



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYUŽÍVÁNÍ ODPADNÍHO TEPLA

HEAT RECOVERY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Vojtěch Dužík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Vojtěch Dužík
Název	Využívání odpadního tepla
Vedoucí práce	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku.

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C1. Experimentální řešení a zpracování výsledků


Experiment realizovaný v laboratoři nebo reálné budově postihující dílčí část zadané problematiky.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je teoreticky, prakticky a experimentálně prozkoumat různé způsoby využívání odpadního tepla ve stavebnictví. Práce je členěná na tři základní pasáže. V první části teoreticky rozebírám podstatu jednotlivých fyzikálních dějů při rekuperaci a jejich praktické využití. Větší důraz kladu na získávání tepla z odpadní vody, neboť právě tento způsob rekuperace uplatňuji v dalších částech této diplomové práce. V druhém bodě aplikuji využívání tepla z odpadní vody při návrhu technického řešení rekonstrukce systému vytápění objektu polikliniky. Návrh je řešený ve dvou variantách. V první je navrženo umístění lokálních, rekuperačních, sprchových výměníků do provozu rehabilitací, lázní a masáží. U druhé varianty je uvažováno s centrální rekuperací s využitím tepelného výměníku v akumulární jímce a tepelného čerpadla voda – voda. Na základě technického a ekonomického vyhodnocení byla vybrána první varianta. Druhá varianta je neefektivní a zůstává pouze ve formě studie. V poslední části experimentálně zjišťuji teplotní účinnost a poměrnou úsporu tepla sprchového výměníku, který je navržený v první variantě druhé části. Měření, zpracování výsledku a vyhodnocení jsem provedl pro laboratorní podmínky a pro reálné podmínky se sprchující se osobou. V závěru hodnotím ekonomický přínos tohoto zařízení.

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to theoretically, practically and experimentally explore different ways of waste heat utilization in the building industry. The work is divided into three basic passages. In the first part I analyze the theoretical nature of the various physical processes in recovery and is there a practical use. More emphasis is placed on heat recovery from wastewater, as I am using this way of recuperation in other parts of this diploma thesis. In the second point, I apply the use of heat from waste water when designing a technical solution for the reconstruction of the heating system of the clinic. The design is solved in two variants. The first suggested location lokali- them, recuperative, shower exchanger operation rehabilitation, bath and massage. In the second variant, central recovery is envisaged using a heat exchanger in the accumulator well and water-water heat pump. Based on the technical and economic evaluation, the first option was selected. The second variant is ineffective and remains only in the case study. In the last section, I experimentally investigate the thermal efficiency and the relative savings of the heat exchanger, which is designed in the first variant of the second part. Measurement, processing of results and evaluation I made for laboratory conditions and for real conditions with the showering person. Finally, I appreciate the economic benefits of this facility.

KLÍČOVÁ SLOVA

Odpadní teplo, sprchový výměník, odpadní voda, teplotní účinnost, poměrná úspora tepla, kondenzační kotel, prostá doba návratnosti

KEY WORDS

Waste heat, shower exchanger, waste water, thermal efficiency, relative heat savings, condensing boiler, simple payback time

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Vojtěch Dužík *Využívání odpadního tepla*. Brno, 2018. 249 s., 10 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2018

Bc. Vojtěch Dužík
autor práce

Poděkování

Rád bych poděkoval paní Ing. Marcele Počinkové, Ph. D., vedoucí mé diplomové práce, za její čas a cenné odborné rady, které mi byla ochotna věnovat během konzultací. Dále bych chtěl poděkovat všem respondentům, kteří mi poskytli potřebné informace.

OBSAH

ABSTRAKT	5
KLÍČOVÁ SLOVA	5
KEY WORDS	5
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP	6
PROHLÁŠENÍ:	7
OBSAH	9
ÚVOD	13
A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ.....	14
1 ÚVOD DO TEORERICKÉ ČÁSTI	15
2 VÝMĚNÍKY TEPLA	15
3 KOGENERACE.....	16
3.1 PRINCIP KOGENERACE	16
3.2 SKLADBA KOGENERAČNÍ JEDNOTKY	17
3.3 VYBRANÉ TYPY KOGENERAČNÍCH JEDNOTEK	18
4 VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA ABSORPČNÍCH OBĚHŮ	20
4.1 ABSORPČNÍ TEPELNÁ ČERPADLA	21
4.2 ABSORPČNÍ CHLAZENÍ.....	21
5 TRIGENERACE	22
6 ORGANICKÝ RANKINŮV CYKLUS.....	23
7 TEPLO Z ODPADNÍ VODY	24
7.1 CHARAKTERISTIKA ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA Z ODPADNÍ VODY.....	24
7.2 PRINCIP FUNGOVÁNÍ TEPELNÝCH ČERPADEL	25
7.3 REKUPERACE ODPADNÍ VODY V OBJEKTU	26
7.4 REKUPERACE TEPLA Z KANALIZAČNÍ STOKY	31
7.5 ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA Z VYČIŠTĚNÉ ODPADNÍ VODY.....	39
8 ZÁVĚR.....	40
B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ - KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....	41
1 ANALÝZA OBJEKTU	42

2	TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ	44
2.1	VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA.....	44
2.2	VÝPOČET PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA	52
3	VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU.....	54
3.1	TEPELNÝ VÝKON PRO POKRYTÍ TEPELNÝCH ZTRÁT	54
3.2	TEPELNÝ VÝKON PRO VZDUCHOTECHNIKU	64
3.3	PŘIPRAVA TEPLÉ VODY	69
4	NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES	96
4.1	OBEČNÝ POSTUP VÝPOČTU	96
4.2	POPIS NAVRHOVANÝCH OTOPNÝCH TĚLES	97
4.3	NÁVRH ROZMĚRŮ OTOPNÝCH TĚLES.....	103
5	POTRUBNÍ ROZVODY.....	108
5.1	DIMENZOVNÍ 1. OTOPNÉ VĚTVE: SEVERNÍ (ČERVENÁ).....	108
5.2	DIMENZOVNÍ 2. OTOPNÉ VĚTVE: JIŽNÍ (MODRÁ)	124
5.3	DIMENZOVNÍ 3. OTOPNÉ VĚTVE: JV BLOK (ZELENÁ)	138
5.4	DIMENZOVNÍ 4. OTOPNÉ VĚTVE: LÉKÁRNA (ŽLUTÁ).....	146
5.5	DIMENZOVNÍ 5. OTOPNÉ VĚTVE: VZT (FIALOVÁ).....	149
5.6	DIMENZOVNÍ POTRUBÍ K ZÁSOBNÍKU TEPLÉ VODY	152
5.7	DIMENZOVNÍ POTRUBÍ V OKRUHU ZDROJE TEPLA – R+S	153
5.8	TEPELNÁ IZOLACE POTRUBÍ.....	153
5.9	UPEVNĚNÍ POTRUBÍ.....	155
6	VYBAVENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	156
6.1	NÁVRH ZDROJE TEPLA.....	156
6.2	ZATŘÍDĚNÍ KOTELNY, POŽADAVKY	159
6.3	NÁVRH VĚTRÁNÍ KOTELNY	160
7	NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH A EXPANZNÍCH ZAŘÍZENÍ	166
7.1	NÁVRH POJISTNÝCH VENTILŮ	167
8	NÁVRH VYBAVENÍ PLYNOVÉ KOTELNY	171
8.1	KOMBINOVANÝ ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ.....	171
8.2	HYDRAULICKÝ VYROVNÁVAČ DYNAMICKÝCH TLAKŮ	171
8.3	AUTOMATICKÉ DOPLŇOVÁNÍ A ZMĚKČOVÁNÍ VODY	172
9	IDEOVÉ ŘEŠENÍ OSTATNÍCH PROFESÍ	174
9.1	STAVBA.....	174
9.2	POŽADAVKY NA ELEKTROINSTALACE	174

9.3	PLYNOVODNÍ INSTALACE	175
9.4	POŽADAVKY NA ROZVODY ZDRAVOTECHNIKY	175
9.5	VZDUCHOTECHNIKA	175
9.6	CHLAZENÍ	176
9.7	MĚŘENÍ A REGULACI	176
10	TECHNICKÁ ZPRÁVA	176
10.1	ÚVOD	176
10.2	SEZNAM VSTUPNÍCH PODKLADŮ A POUŽITÝCH ZÁKONŮ, VYHLÁŠEK A NOREM	178
10.3	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	181
10.4	POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE	186
10.5	OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	187
10.6	BEZPEČNOST A POŽÁRNÍ OCHRANA	188
10.7	ZÁVĚR	189
11	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	189
	C. EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ	190
1	ÚVOD	191
1.1	CÍL EXPERIMENTU	191
1.2	TEORETICKÝ ROZBOR EXPERIMENTU	192
2	METODIKA MĚŘENÍ A ZPRACOVNÍ DAT	196
2.1	POPIS EXPERIMENTÁLNÍHO MODELU	196
2.2	MĚŘÍCÍ TECHNIKA	198
2.3	POSTUP A REALIZACE MĚŘENÍ	199
2.4	ANALÝZA NAMĚŘENÝCH DAT	200
3	ZHODNOCENÍ A POSOUZENÍ EXPERIMENTU	202
3.1	ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ	202
3.2	VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU	221
4	ZÁVĚR	232
	ZÁVĚR	234
	POUŽITÉ ZDROJE	236
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	242
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	242
	OBRÁZKY	242
	TABULKY	246

SEZNAM PŘÍLOH.....	249
--------------------	-----

ÚVOD

Hlavním cílem této diplomové práce je teoreticky prozkoumat různé způsoby využívání odpadního tepla, prakticky aplikovat vybraný způsob rekuperace na zadané budově a experimentálně ověřit hledané parametry pro vybrané rekuperační zařízení. Celá tato diplomová práce tak bude členěna do třech bodů.

V první části budu teoretický rozebírat podstatu jednotlivých fyzikálních dějů při rekuperaci tepla a jejich využití v praxi. Obecně popíšu různé druhy odpadního tepla. Podrobněji se zaměřím na získávání tepla z odpadní vody, protože právě tento způsob rekuperace chci dál uplatnit v navazujících částech.

V druhém pasáži aplikuji využívání tepla z odpadní vody při návrhu technického řešení rekonstrukce systému vytápění objektu polikliniky. Výměna systému vytápění bude provedena v rámci navržených stavebních úprav. Stávající otopná soustava včetně všech prvků systému vytápění předmětné budovy je stářím značně opotřebená a v nevyhovujícím technickém stavu, proto provedu návrh nového, pružnějšího systému vytápění, který bude odpovídat aktuálním potřebám tepla. Projekt bude řešen ve dvou variantách ve smyslu využívání tepla z odpadní vody pro přípravu teplé vody. Pro celý návrh provedu technické i ekonomické zhodnocení s porovnáním obou variant. Kromě kompletního návrhu nového systému vytápění budu zjednodušeně popisovat i řešení navazujících profesí. Součástí této části je výkresová dokumentace vytápění objektu polikliniky, výpočtová část, technické údaje navržených zařízení a technická zpráva.

V poslední části budu experimentálně hledané parametry pro rekuperační, sprchový výměník. Cílem experimentu je stanovit teplotní účinnost zařízení a skutečnou úsporu při jeho použití. Dále provedu zhodnocení ekonomického přínosu výměníku ve formě prosté doby návratnosti.

A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

1 ÚVOD DO TEORERICKÉ ČÁSTI

Zvyšující se spotřeba energií, rostoucí cena za tyto energie a v neposlední řadě zpřísnující se požadavky na ochranu životního prostředí, patří mezi hlavní důvody hledání efektivnějších způsobů využívání energií a jejich nových potenciálních zdrojů. V dnešní moderní době se již nemalá část energie získává z obnovitelných zdrojů. Mezi nejrozšířenější přírodní a obnovitelné zdroje lze kromě biomasy zařadit také sluneční, větrnou a vodní energii. V některých částech světa se využívá také geotermální energie nebo energie mořského přílivu. Vývoj produkce energií směřuje ke snižování podílu vyrobené energie z fosilních paliv (uhlí, ropa, zemní plyn a další) a tím i k omezení jejich negativních účinků na kvalitu životního prostředí. Kromě zmiňovaných obnovitelných zdrojů existují další možné způsoby, jak energii získávat. Jeden z nejvýznamnějších způsobů zvyšování účinnosti a efektivity energetických procesů je využívání takzvaného odpadního tepla. Jelikož vývoj technologií v posledních letech rychle postoupil, jeví se energie z odpadního tepla velmi zajímavě i z ekonomického pohledu.

Odpadní teplo, patřící mezi tzv. druhotné zdroje energie, lze jednoduše definovat jako množství nevyužitelného, unikajícího tepla do okolí, které je produkováno téměř všemi průmyslově technologickými procesy a různými zařízeními na přeměnu energie (např. při transformaci elektrické energie). [21]

Teoretická část mé diplomové práce je zaměřena právě odpadní teplo, které lze využívat jako zdroj energie. Cílem této části je zjednodušeně popsat a vysvětlit základní druhy odpadního tepla a principy, jak z něj získat využitelnou energii. Podrobněji zde rozebírám problematiku využívání tepla z odpadní vody, protože se v dalších částech této závěrečné práce blíže zaměřuji na tuto oblast.

2 VÝMĚNÍKY TEPLA

Představují nejjednodušší zařízení pro využití potenciálu energie odpadního tepla. Slouží k předávání tepla z jednoho média (např. odpadní teplo z technologických procesů) na druhé (např. otopná voda), přičemž tepelná výměna může probíhat průběžně nebo přerušovaně. Existuje celá řada tepelných výměníků a lze je rozdělit podle různých parametrů. Tepelné výměníky pro využití odpadního tepla rozdělujeme:

- Podle způsobu předávání tepla:
 - Rekuperační – konstrukčně nejpoužívanější typ, obě pracovní média jsou vzájemně oddělena nepropustnou teplosměnnou plochou
 - Regenerační – přenos tepla zajišťuje zprostředkující element, přes který střídavě proudí ohřívací a ohřívaná teplotonosná látka
 - Směšovací – pracovní látky se smíchají tak, že vytvoří homogenní směs
- Podle konstrukčního provedení:
 - Trubkové – k tepelné výměně dochází tím, že jedno teplotonosné médium proudí v trubce a druhé médium jí obtéká
 - Deskové – teplosměnné plochy tvoří desky s lisovanými kanálky, ve kterých střídavě proudí teplotonosné látky

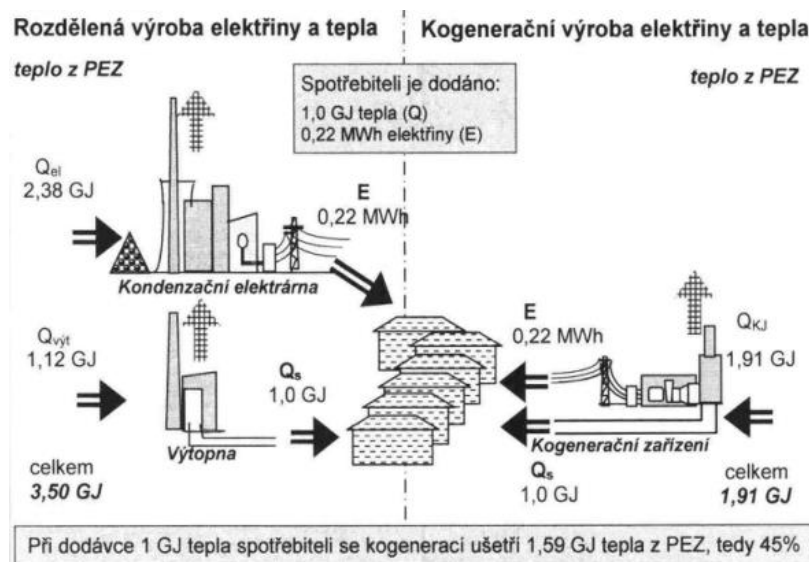
- Spirálové – dlouhá spirálovitě svinutá deska tvoří teplosměnnou plochu pro tepelnou výměnu
- Dle druhu pracovních látek:
 - Voda – voda
 - Voda – vzduch
 - Spaliny – vzduch
 - Spaliny – pára
 - A další
- Podle vzájemného proudění pracovních médií:
 - Souproudé
 - Protiproudé
 - Křížové
 - Vícenásobně souproudé, protiproudé a křížové proudění
 - S kombinovaným prouděním
- Z hlediska skupenství pracovních médií:
 - Bez změny skupenství obou pracovních látek
 - Se změnou skupenství jedné pracovní látky
 - Se změnou skupenství obou pracovních látek

3 KOGENERACE

3.1 Princip kogenerace

Tento známý pojem charakterizuje způsob produkce elektrické energie, při kterém dochází současně k dodávce tepla. Na rozdíl od klasických elektráren, kde se teplo vznikající při výrobě elektrické energie dále nezpracovává a je volně vypouštěno do okolí, kogenerační jednotka umí využít toto teplo k vytápění případně ke chlazení. Energii získanou z paliva (plyn, uhlí, obnovitelné zdroje a další) přemění a použije na vykonání práce – výroba elektrické energie a následně se pokryje potřeba tepla.

To vede ke smysluplnějšímu hospodaření s energiemi, které se už již nemusí vyrábět pomocí dalšího zdroje. Dodávka tepla, vznikajícího jako vedlejší produkt při výrobě elektrické energie významně zefektivní celý energetický proces. Jeho účinnost využívání celkové energie uložené v palivu roste. U moderních kogeneračních technologií mnohdy překročí hranici 90%. Oproti tomu se účinnost běžných elektráren s kondenzačními turbínami pohybuje většinou v rozmezí 30 – 40 %.



Obrázek 3.1 Ilustrační příklad energetické přínosu kogeneračního systému [20]

Mezi další výhody užívání kogeneračního systému patří i nižší emise skleníkových plynů a snížení nákladů na palivo pro distribuci tepla. Jak je z jejich fungování patrné, jejich použití je vhodné do objektů s nároky na odběr elektrické energie a tepla, respektive chladu (průmyslové závody, obchodní centra, skládky a zemědělské provozy, sportovní haly, čistírny odpadních vod a další). V dnešní době se vyrábějí kogenerační jednotky v široké výkonové řadě a tedy i tzv. mikrokogenerační jednotky vhodné i do menších objektů. Množství instalovaných mikrokogeneračních jednotek rok od roku stoupá a dochází tak k decentralizaci výroby elektřiny a tepla. To sebou přináší snižování přenosových a distribučních ztrát, zabezpečení dodávky v dané lokalitě a příležitost vytvářet konkurenci na poli výrobců energie. [19], [20], [81]

3.2 Skladba kogenerační jednotky

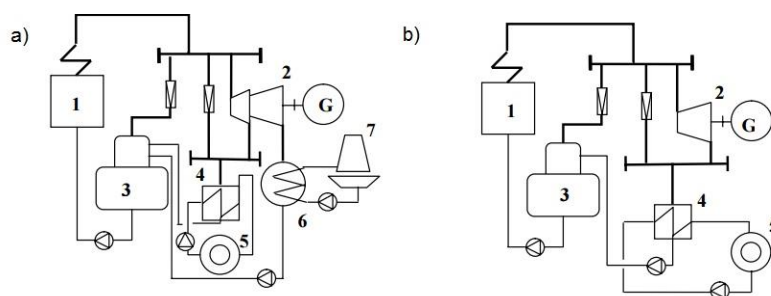
Samotná kogenerační jednotka představuje velmi sofistikované technologické zařízení složené ze čtyř základních částí: pohonné jednotky (motor), elektrického alternátoru včetně všech příslušenství nutných pro připojení na spotřebitelskou a veřejnou síť, kotle nebo výměníku tepla včetně propojení na tepelné rozvodné sítě a řídicího systému. U nás se používá za primárním účelem výroby elektrické energie a sekundárním účelem výroby tepla.

Aby mohla pohonná jednotka účinně pracovat, je nutné nejdříve poupravit parametry vstupní energie. Jedná se zejména o zušlechťování či změnu prvkového složení paliva. V pohonné jednotce dochází k přeměně energie uschované v palivu na energii využitelnou (teplo, elektrická energie). Proces přeměny probíhá tak, že nejdříve využije vysokopotencionální tepelná energie k vykonání práce, kdy má pracovní látka vysokou teplotu. Až poté pracovní látka o nižší teplotě pokrývá potřeby tepla. Mezi nejčastěji používané pohony kogeneračních jednotek patří: parní turbíny, spalovací turbíny, spalovací motory nebo paroplynová kombinovaná zařízení. Rychlý vývoj technologií vytvořil pestrou škálu dalších možných pohonných jednotek: pali-
vové články, zplyňovací zařízení, motory na bioplyn a mnohé další.

3.3 Vybrané typy kogeneračních jednotek

3.3.1 Parní kogenerační jednotky

U tohoto typu kogenerační jednotky je pracovní látkou přehřátá pára produkovaná v parních kotlích spalováním pevných paliv (uhlí, biomasa...), kapalných paliv (LTO, TTO...) nebo plyných paliv (nejčastěji zemní plyn, případně bioplyn, koksárenský plyn...). Pára se přivádí do hnací jednotky, která pohání elektrický generátor. Hnací jednotkou může být: parní motor, kondenzační odběrová turbína nebo protitlaká turbína. Využitelné teplo se jímá ve formě páry z výfuku parního stroje nebo z protitlaku (odběru) parní turbíny.



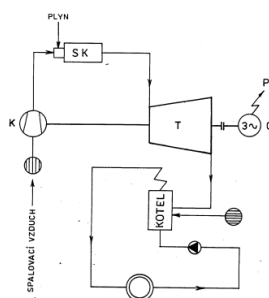
1. Parní kotel, 2. parní turbína, 3. napájecí nádrž, 4. ohřívač topné vody, 5. spotřebič tepla, 6. kondenzátor, 7. chladicí věž

Obrázek 3.2 Základní schéma parní kogenerační jednotky: a) protitlaká turbína, b) kondenzační turbína [20]

Souhrnná účinnost energetického procesu v parní kogenerační jednotce je přibližně 77 až 87 %. Dominantní účinnost však představuje výroba tepelné energie, která je v závislosti na tlakových poměrech v rozsahu 62 – 75 %. Účinnost výroby elektrické energie dosahuje jen 8 až 20 % a je závislá na parametrech přehřáté páry vstupující do turbíny (tlak, teplota), množství páry vstupující do turbíny, tlaku na výstupu z turbíny, vnitřní termodynamické účinnosti turbíny a také na účinnosti generátoru. Parní kogenerační jednotky umožňují spalování levnějšího paliva (uhlí) nebo obnovitelných zdrojů (biomasy), což je do jisté míry jejich velkou výhodou. Naopak míra zhodnocení energie v primárním palivu na výrobu elektrické energie je malá. [81], [3], [20], [19]

3.3.2 Kogenerační jednotky s plynovou spalovací turbínou

Axiální kompresor slouží pro nasávání venkovního vzduchu a pro jeho následné stlačení na potřebný kompresní poměr (nejčastěji 10 až 20). Takto upravený vzduch se přivede do spalovací komory, kde je zároveň dodáváno palivo (zemní plyn, nafta a další). Aby teplota spalín nepřesahovala únosnou teplotu materiálu komory, musí se vzduch přivádět s vysokým součinitelem přebytku. V turbíně pohánějící elektrický generátor dochází k expanzi spalín. Do turbíny, která je tvořena rotačním strojem s lopatkami, vstupují spaliny o teplotě kolem 900 – 1300 °C a vystupují o teplotě přibližně 450 až 600 °C, což lze využít k teplotěnským účelům. Spaliny lze také dovést do spalínového kotle, kde se vyrábí pára pro parní turbínu. Jedná se o tzv. paroplynový cyklus, což je označení pro kogenerační jednotku složenou s plynové turbíny, parní turbíny a spalovacího kotle.



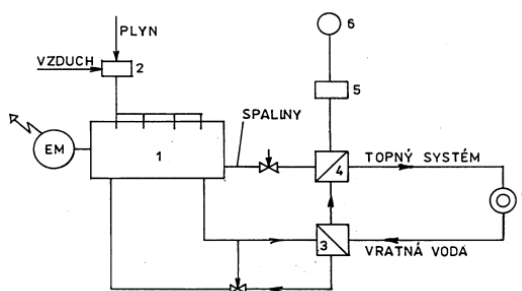
K – axiální kompresor, SK – spalovací komora, T – turbína s generátorem elektrické energie

Obrázek 3.3 Schéma plynové kogenerace se spalovací turbínou [39]

Na trhu jsou dostupné ve výkonových řadách od 1 MW až po 200 MW. Celková účinnost energetického procesu se pohybuje v intervalu 40 až 60 % (účinnost výroby tepla 40 – 60 %, účinnost výroby elektrické energie 16 – 38 %). Velkou výhodou představuje rychlé najíždění do provozu, které se pohybuje v řádu minut. [39], [81], [20], [19]

3.3.3 Kogenerační jednotky s pístovými spalovacími motory

Základ této kogenerační jednotky tvoří spalovací motor (hnací jednotka generátoru) a soustava tepelných výměníků. Pod pojmem spalovací motor si lze představit jakýsi mechanický tepelný stroj, který při spalování paliva přeměňuje jeho chemickou energii na energii tepelnou mechanickým působením na píst nebo lopatky turbíny. Oproti spalovacím turbínám mají lepší tepelnou účinnost, ale jsou technicky náročnější a rozměrnější. Dva sériově zapojené tepelné výměníky odejímají teplo při chlazení spalovacího motoru, mazacímu oleji (glykol – voda, voda – voda) a také z vyfukovaným spalinám z motoru (spaliny – voda). První výměník (nejčastěji deskový) odvádí teplo z motoru a oleje na teplotní úrovni cca 80 – 90 °C a druhý (trubkový) z výfukových spalin (cca 40% z celkového odpadního tepla) o teplotě okolo 400 až 500 °C.



1. spalovací motor s elektrickým generátorem, 2. směšovací zařízení plyn/vzduch, 3 - výměník voda/voda pro chlazení válců motoru, 4. výměník spaliny/voda, 5. katalyzátor Nox, 6. komín, 7. spotřebič tepla

Obrázek 3.4 Schéma kogenerační jednotky se spalovacím motorem [39]

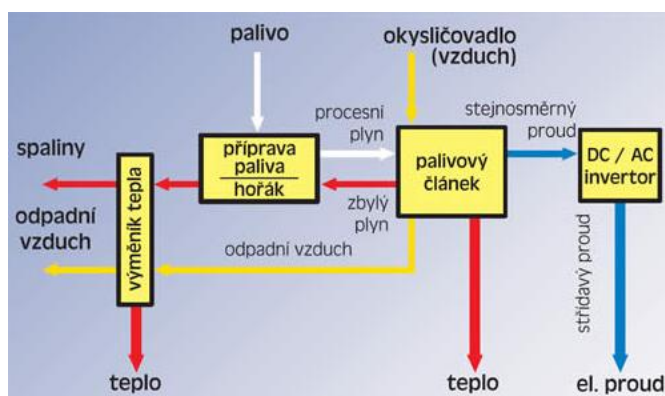
Toto zařízení dokáže vyrábět elektřinu s účinností 33 až 42% a teplo s účinností 40 – 50%, celková účinnost se pak vyšplhá až na rozmezí 80 – 92%. Spalovací motory jsou také výhodné, protože při snižování jejich výkonu nedojde k podstatné změně účinnosti produkce elektrické energie. Na druhou stranu kogenerační jednotky se spalovacím motorem nejčastěji spalují zemní plyn, který je sice v našich podmínkách dobře dostupný, ale poměrně drahý a jeho použitím vznikají emise, které obsahují velký podíl oxidu uhličitého. Další nevýhodou je nižší výkonnost, která

se uvádí do 10 MW elektrického výkonu. Pro větší výkony se používají plynové spalovací turbíny.[21], [81], [3], [20], [39], [19],

3.3.4 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla palivovými články

Palivový článek slouží k přímé přeměně chemické energie paliva a okysličovadla na elektrickou energii během oxidačně-redukční reakci. Je tvořen dvěma elektrodami oddělenými neprodyšným elektrolytem. Na povrchu elektrod dochází k ionizaci paliva (na anodě) a okysličovadla (na katodě). Ionty pak procházejí elektrolytem mezi elektrodami a uvolněné elektrony vytvářejí stejnosměrný elektrický proud. Proces je inverzní k elektrolýze a jeho produktem je voda. Okysličovadlo všech palivových článků je vždy vzduch a za ideální palivo je považován vodík. Při kombinované výrobě elektřiny a tepla, však lze jako palivo využít i zemní plyn nebo jiné uhlovodíkové plyny.

I když technologický vývoj palivových článků rychle postoupil tak, že by již dnes bylo možné jejich plné komerční nasazení, stále se vyskytuje plno technických překážek a jejich komerční používání je zatím příliš drahé. Z tohoto důvodu se využívání palivových článků teprve rozšiřuje, ale pro své obrovské výhody již dnes představují budoucnost v mnoha oblastech. Z hlediska kombinované výroby elektřiny a tepla se jedná zejména o mikrokogenerační jednotky. Mezi ty největší výhody patří: vyšší účinnost, minimální produkce emisí a bezhlučný provoz.[66],[70]



Obrázek 3.5 Schéma kombinované výroby elektřiny a tepla s palivovým článkem na zemní plyn [66]

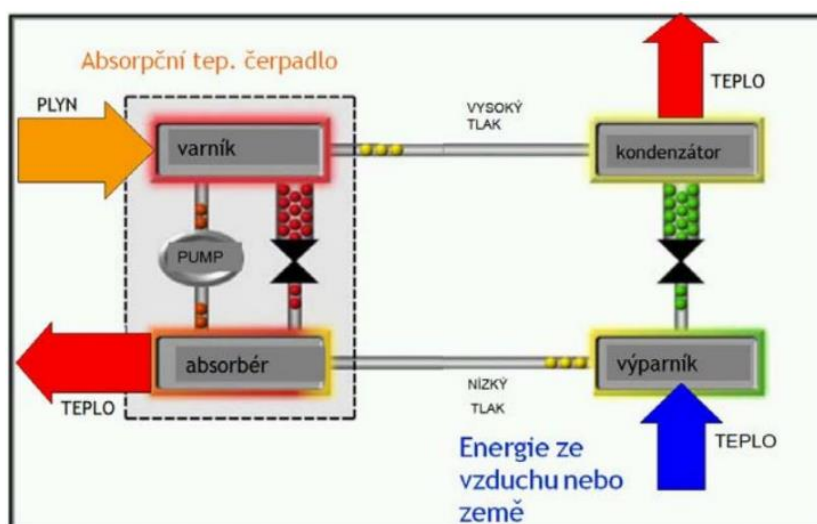
4 VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA ABSORPČNÍCH OBĚHŮ

Absorpce je název fyzikálního exotermického děje, při kterém dochází k rozpouštění a následnému uchycení molekul plynného chladiva - absorbát v kapalně látce – absorbentu. Opakem absorpce je desorpce, při níž dochází k vypuzení molekul chladiva z absorbentu. Zařízení pak pracují na základě těchto fyzikálních dějů, přičemž komprese pracovní látky se nahradí tepelným pochodem. Jako hnací energie je používána tepelná energie ve formě odpadního tepla (teplá voda, pára, spaliny, horký vzduch a jiné). Pracovní médium tedy tvoří dvě látky: chladivo a absorbent. Nejčastěji používané kombinace složení pracovní látky (chladivo – absorbent): čpavek – voda, voda – bromid lithný, amoniak – voda. [19], [7], [41]

4.1 Absorpční tepelná čerpadla

Princip fungování oběhu absorpčních tepelných čerpadel je zjednodušeně znázorněn na obrázku č. 4.1. Chladivo v kapalném stavu o nízké teplotě a tlaku vstupuje do výparníku, kde odejme nízkopotencionální teplo z vnějšího prostředí (vzduch, země nebo voda). Tím dojde k navýšení jeho teploty, tlaku a k následné změně skupenství na plynnou formu. Vzniklá pára je vedena do absorbéru, ve kterém dojde k rozpuštění chladiva v absorbentu a k uvolnění tepla. Vzniklý nasycený roztok bohatší o molekuly chladiva se přečerpá pomocí oběhového čerpadla do desorbéru – varníku. Aby došlo k odseparování chladiva od absorbentu, je nutné dodat do desorbéru teplo z vnějšího zdroje – hnací energii, která směs ohřeje a vybudí páry chladiva. K tomu lze využít odpadní teplo např. z průmyslových procesů v různých formách: kapalina nebo plyn. Důležitá je teplotní úroveň dodaného odpadního tepla. Čím je tato teplota vyšší, tím efektivněji tepelné čerpadlo pracuje. Je-li teplota hnací energie menší než 100 °C, pak hodnota topného faktoru tepelného čerpadla klesá pod 1. Již o páry chladiva ochuzený roztok se vrací samostatně do absorbéru a páry chladiva o vysoké teplotě a tlaku pokračují do kondenzátoru. Tam předají teplo otopnému systému zkondenzováním. Následuje expanze pomocí škrtícího ventilu a poté se celý cyklus opakuje.

I přestože absorpční tepelná čerpadla dosahují nižších topných faktorů než kompresorová tepelná čerpadla, při dostupnosti vhodné odpadní tepelné energie mohou být ekonomicky výhodnější. Navíc jsou také méně hlučná. Používají se hlavně pro větší výkony (od 30 kW) v průmyslových aplikacích nebo v systémech dálkového vytápění. V dnešní době však v důsledku technologického pokroku najdou uplatnění i pro administrativní budovy nebo obytné objekty s nižší potřebou tepla. [6], [7], [41]

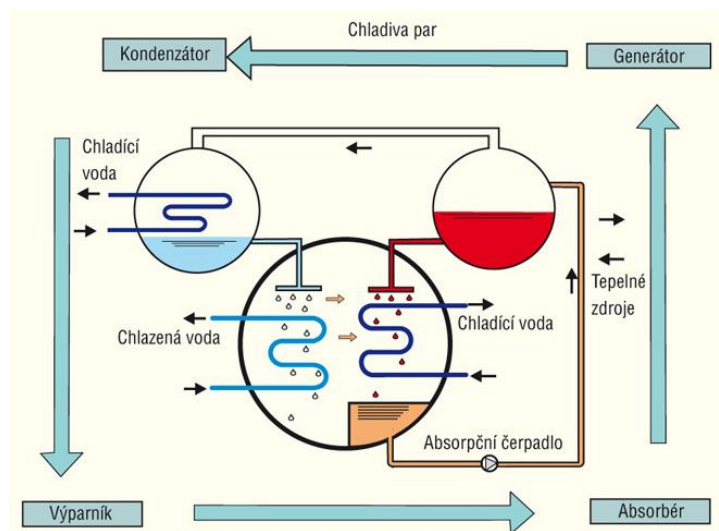


Obrázek 4.1 Zjednodušený princip fungování oběhu absorpčních tepelných čerpadel [41]

4.2 Absorpční chlazení

Princip fungování je podobný jako u absorpčních tepelných čerpadel. Při absorpčním chlazení se nejčastěji používá jako chladivo voda a jako absorbent vodný roztok bromidu lithného (LiBr). Chladivo odebírá latentní teplo vstupující chlazené vodě pro chladicí účely při nízkém tlaku a ve výparníku se vypařuje. Odpařování probíhá ve vakuu, které je udržované pomocí vývěvy.

Tím se dosáhne podstatného snížení teploty varu vody. V absorbéru jsou pak vzniklé páry chladiva rozpuštěny v absorbentu. Vzniklé teplo z absorpce se odvádí chladicí vodou přiváděnou z chladicí věže. Nasycený roztok je poté odčerpáván oběhovým čerpadlem do desorbéru – generátoru. Stejně jako u absorpčních tepelných čerpadel se zde dodává odpadní tepelná energie nutná k vypuštění chladiva z roztoku. Vypařené chladivo se přivádí do kondenzátoru, kde chladivu odebrá teplo přehřátá chladicí voda proudící z absorbéru. Po tepelné výměně se chladicí voda dále odvádí na chladicí věž. Zkondenzované chladivo se poté přivádí opět do výparníku. Celý cyklus se stále opakuje tak, aby bylo dosaženo požadovaného chladicího účinku. [38], [41], [19]

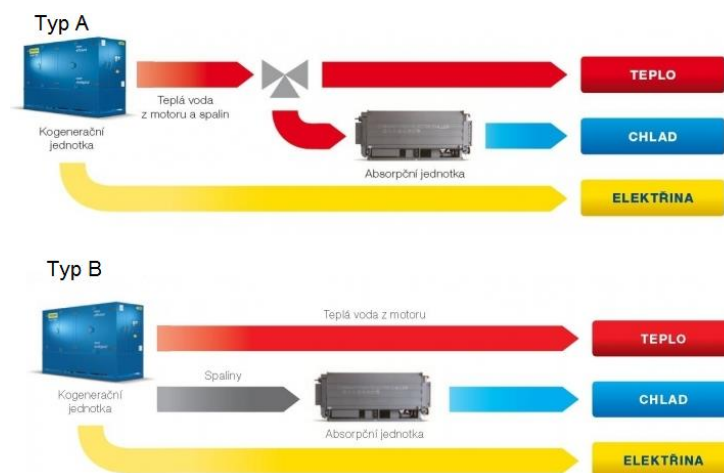


Obrázek 4.2 Zjednodušený princip fungování absorpčního chlazení [38]

5 TRIGENERACE

Trigenerace je do jisté míry specifický druh kogenerace, při které dochází ke společné výrobě nejen elektřiny a tepla, ale i chladu. Z technického hlediska se jedná o propojení kogenerační jednotky s absorpční chladicí jednotkou v oblastech tepelných výměníků. Kogenerační jednotka je pak v tomto případě zdrojem tepla pro spotřebitelé (vytápění, ohřev teplé vody) i absorpční chladicí jednotkou. U klasické kogenerační jednotky se teplo vyprodukované v letních měsících většinou využívá pouze pro přípravu teplé vody. U trigenerace absorpční oběh využije další část této energie pro chlazení a tím efektivněji využívá potenciální energie v palivu.

Existují dva základní způsoby vzájemného propojení kogenerační jednotky s absorpční chladicí jednotkou. V prvním případě je spalínový výměník integrovaný přímo v kogenerační jednotce, a tak se veškerá tepelná energie kogenerační jednotky použije pro ohřev vody. Typ A, jak je toto propojení označováno, je vhodný pro provoz s potřebou tepla v zimě a chlazením v létě. Druhý způsob propojení (typ B) má spalínový výměník v absorpční chladicí jednotce a k vytápění se tak využívá pouze teplá voda z motorového okruhu kogenerační jednotky. Z důvodu vyšší teploty spalin se dosahuje i vyšší účinnosti absorpčního chlazení. Tento způsob propojení je proto vhodný pro provoz s celoroční souběžnou potřebou tepla a chladu. [19], [41]

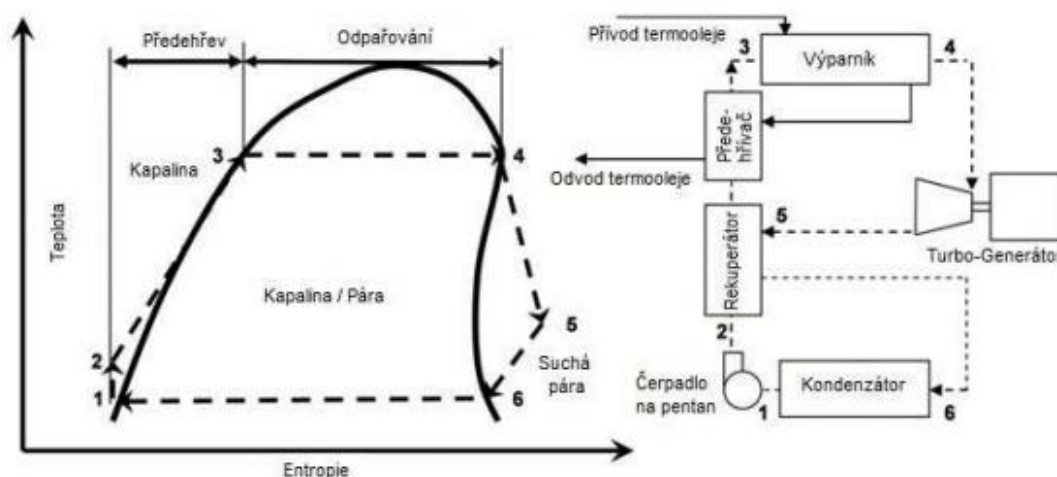


Obrázek 5.1 Zjednodušené schéma způsobu fungování trigenerace [37]

6 ORGANICKÝ RANKINŮV CYKLUS

Jedná se o uzavřený oběh sloužící k transformaci odpadního tepla z nejrůznějších průmyslových procesů k výrobě elektrické energie. Funguje na principu klasického Rankin-Clausiova parního uzavřeného cyklu, který se používá v kondenzačních a jaderných elektrárnách. Nejdůležitějším rozdílem mezi oběma cykly je druh pracovní látky pro pohon turbín. Organický Rankinův cyklus (ORC) místo pracovní látky – vody využívá termodynamických vlastností organických látek (silikonové oleje nebo chladiva). Ty jsou charakteristické nižší výparnou teplotou, a proto umožňují využít tepelnou energii o nižších teplotách (odpadní teplo, geotermální nebo solární energie, biomasa a další).

Kromě možnosti využívat nízkopotenciální zdroje tepla přináší ORC i další výhody. Zařízení pracuje s nižšími tlaky a teplotami pracovního média, a je tak méně namáháno, což přispívá k delší životnosti a minimálním požadavkům na údržbu. Navíc pracovní látka nezpůsobuje jeho korozi. Naopak nevýhodou organických látek oproti vodě představuje jejich vyšší cena a to, že po čase ztrácejí některé své vlastnosti. Také je u těchto zařízení potřebné klást větší důraz na těsnost všech prvků, neboť některé organické látky mohou být zdraví škodlivé. Vyšší je i spotřeba elektrické energie čerpadla, neboť zařízení pracuje s větším hmotnostním průtokem.



Obrázek 6.1 T-s diagram a schéma ORC cyklu [5]

Princip je patrný z obrázku 6.1. Nejprve čerpadlo zvýší tlak pracovní látky, která se nachází v kapalném stavu (1-2). Jedná se o adiabatickou kompresi. Následně se pracovní médium přehřívá v rekuperátoru a přehříváči (2-3). Dále se ve výparníku při konstantním tlaku zahřívá a mění na sytou páru (3-4). Takto upravená pracovní látka je přiváděna přímo na axiální turbínu, která je propojená s generátorem elektrické energie. Zde dojde k adiabatické expanzi a tím ke snížení tlaku a teploty (4-5). Dále pak pára vstoupí do rekuperátoru, kde předá část svého tepla k přehřátí pracovní látky za konstantního tlaku (5-6). Poté vstupuje do kondenzátoru. Tam předá další část tepla za konstantního tlaku a transformuje se na kapalinu (6-1). Celý cyklus pak probíhá znova. [5], [41]

7 TEPLA Z ODPADNÍ VODY

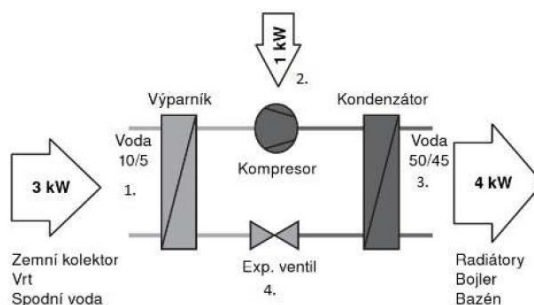
7.1 Charakteristika získávání tepla z odpadní vody

Stavby obytné, průmyslové, zemědělské, zdravotnické, ale i další stavby během své životnosti produkují různé druhy odpadů. Odváděné vody z objektu, které při použití změní svoji teplotu, složení nebo ohrožují jakost jiných zdrojů vody (povrchových nebo podzemních), nazýváme odpadními vodami. Ty se musejí z hygienického, hospodářského a v neposlední řadě i estetického hlediska pravidelně likvidovat nebo případně upravit a vhodně použít. V posledních letech jsou v praxi často uplatňovány systémy zaměřující se na minimalizaci spotřeby vody a na zpětné využívání odpadních vod. Jako typický příklad těchto systémů lze uvést použití šedé odpaní vody, která se může nenáročně upravit na vodu provozní tzv. bílou vodu pro zavlažování zahrad nebo splachování. Jednou z dalších možností je také využívání černých fekálních vod ke kompostování. Vzhledem k tomu, že se běžně uvažuje produkce odpadní vody 150 litrů na osobu a den, jeví se tyto systémy jako velmi užitečné.

Využívání odpadních vod však nepředstavuje pouze možnost, jak výrazně snížit náklady na stočné, lze i výrazně ušetřit na ohřevu teplé vody nebo na vytápění objektu, využitím jejich tepelného potenciálu. Přeměna tepla z odpadních vod na využitelnou formu energie není zatím tak běžná, jako využívání jiného odpadního tepla. Odpaní vody však mají relativně vysokou teplotní úroveň, a proto se jejich využívání v blízké budoucnosti určitě významně rozšíří. Existuje celá řada možností, jak teplo získávat. Tyto systémy jsou do jisté míry zatíženy různými omezeními a jejich vhodnost závisí na mnoha faktorech, z nichž nejdůležitějšími jsou: teplota a průtok odpadní vody. Ekonomicky nejvýhodnější jsou tedy provozy s vysokou produkcí odpadních vod, kde se vypouští voda vyšších teplot. Systémy využívání tepla z odpadních vod můžeme rozdělit do dvou základních skupin. První z nich je rekuperace teplé odpadní vody přímo v budově (bez akumulace nebo s akumulací). Druhou možností je využití odpaní vody v kanalizační stoce. Další, třetí méně praktická možnost je využívat teplo z již vyčištěné odpadní vody v dosazovací nádrži čistíren. To však není vždy vhodné, neboť čistírny jsou zpravidla situovány mimo zástavbu. Jednotlivé způsoby jsou dále podrobněji rozebrány. [67], [60], [17], [18], [4],

7.2 Princip fungování tepelných čerpadel

Tepelné čerpadlo si lze zjednodušeně představit jako stroj, který při dodání vnější práce přečerpá teplo z jednoho místa do druhého. Jeho provoz můžeme také přirovnat k principu fungování chladničky. Ta odebírá teplo uloženým potravinám a přes externí výměník ho předává do vzduchu v místnosti, kde se nachází. Na rozdíl od chladničky tepelné čerpadlo čerpá teplo z látek v okolním prostředí (vzduch, voda, půda) a předává ho otopnému systému. Ačkoliv se v okolním vzduchu, vodě nebo půdě nachází neomezené množství tepla, běžně toto teplo nemá dostatečnou teplotní úroveň pro potřeby otopného systému. Z tohoto důvodu se často označuje jako teplo nízkopotencionální. Jeho vyšší teplotní úroveň umí zajistit právě tepelné čerpadlo využívající jako pracovní látku vhodné chladivo. To má vždy teplotu varu nižší než je teplota látky, ze které se teplo odebírá. Pracovní okruh tepelného čerpadla se skládá ze čtyř základních komponentů: výparníku, kompresoru, kondenzátoru a expanzního ventilu. Na výparníku dojde ke kontaktu chladiva s látkou prostředí. Chladivo odejímá teplo z prostředí, ochlazuje ho a mění své skupenství z kapalného na plynné. Následně je plynnému chladivu nesoucí teplo dodaná vnější práce pomocí kompresoru. Ten chladivo prudce stlačí a zvýší tak jeho teplotu a tlak. Takto zahřáté chladivo putuje do kondenzátoru, kde dojde k tepelné výměně s otopným médiem. To se tak dostatečně ohřeje a dále slouží k vytápění, ohřevu teplé vody nebo k dalším účelům. Po odebrání tepla otopnou látkou chladivo opět zkapalní a postupuje do expanzního ventilu, kde se dále ochladí při poklesu tlaku. Poté se celý cyklus opakuje znova. Ochlazovaný okruh (od zdroje tepla po výparník tepelného čerpadla) se nazývá primární. Topný systém pak představuje sekundární okruh. Využitelné energie je tvořena součtem energie získané z nízkopotencionálního zdroje a energie vložené do kompresoru. [4], [2], [1]



Obrázek 7.1 Princip tepelného čerpadla [2]

Pro získávání tepla z odpadní vody se používají tepelná čerpadla typu voda – voda. Toto označení představuje typ zdroje primárního nízkopotencionálního tepla (odpadní voda) a druh teplotonosné látky otopného systému – otopná voda. Primární okruh se pak v tomto případě nachází přímo ve stoce nebo v nádrži s odpadní vodou. Velmi důležitou roli hraje teplota odpadní vody, protože ovlivňuje topný faktor tepelného čerpadla. Ten se označuje COP a udává podíl získané energie k energii dodané. Představuje tak bezrozměrný koeficient výkonnosti tepelného čerpadla, který se s rostoucí teplotou odpadní vody zvyšuje. Při správném návrhu dokáží tepelná čerpadla několikanásobně zvýšit možný tepelný potenciál odpadní vody.

7.3 Rekuperace odpadní vody v objektu

Vnitřní kanalizace odvádí z budov odpadní vodu, která může být potencionálním zdrojem určitého množství energie. Její využití se pro objekty s vysokou produkcí odpadní vody (aquaparky, wellness centra, myčky, prádelny, provozy, kde se po práci zaměstnanci sprchují a další) přímo nabízí. Efektivně získávat teplo z odpadní vody lze i v rodinných nebo bytových domech. U všech případů je však vždy nutné zvážit investiční zátěž a její návratnost.

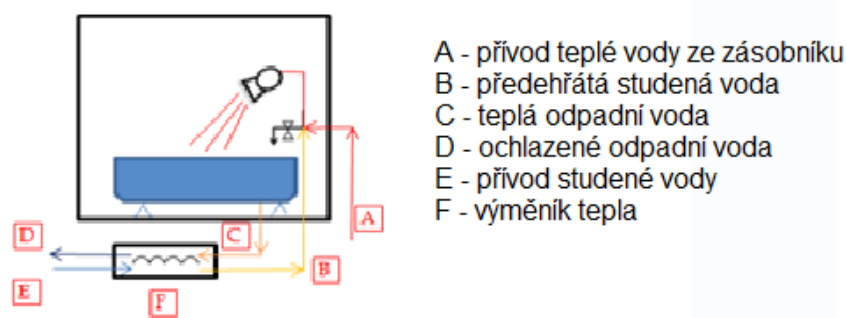
Během rekuperace odpadní vody v objektu dochází k tepelné výměně mezi odváděnou odpadní vodou a studenou vodou přiváděnou do objektu ze zdroje pitné vody. Čím víc se studená voda předeřeje, tím menší bude potřebný tepelný výkon pro její dohřátí na požadovanou výstupní teplotu. Samotná tepelná výměna může probíhat dvěma způsoby. Buď přímo bez akumulace odpadní vody, nebo nepřímo s akumulací odpadní vody v zásobníku. Předeřeťatá studená voda se po tepelné výměně přivádí ke směšovací výtokové armatuře zařizovacího předmětu nebo do ohřívače teplé vody, kde se dohřeje.

7.3.1 Systémy bez akumulace odpadní vody

Jedná se o malé, lokální, rekuperační systémy snižující spotřebu energií na přípravu teplé vody. Použitá odpadní voda ze zařizovacího předmětu se odvádí vnitřní kanalizací mimo objekt. Je-li při její produkci převládající spotřeba teplé vody (nejčastěji při sprchování nebo mytí rukou), tak spolu s ní odchází i značný energetický potenciál. Instalací tepelného výměníku, který je hlavním prvkem těchto systémů, lze část tepelné energie protékající odpadní vodě odejmout a předat ho opačně proudící studené vodě. Jelikož dochází k přímé tepelné výměně (probíhá pouze při spotřebě vody) mezi odpadní a studenou vodou, není zde zapotřebí tepelné čerpadlo. Systém pak není závislý na dodávce elektrické energie. Nevýhodou tohoto systému je značná citlivost tepelných výměníků na nečistoty v odpadní vodě. Při zanesení nečistot do výměníku podstatně klesá jeho účinnost a životnost. [60], [22]

7.3.1.1 Předeřev pro okamžitou spotřebu

Předeřeťatá studená voda se přivádí přímo do směšovací baterie zařizovacího předmětu, kde se smísí s teplou vodou a poté se okamžitě spotřebovává. Tím dochází ke zmenšení poměru směšování průtoku teplé vody k průtoku předeřeťaté studené vody, což vede k úspoře energie. V praxi se jedná nejčastěji o malý sprchový tepelný výměník, neboť právě při sprchování dochází k současné spotřebě odpadní vody i odběru tepla. Jelikož se tepelné výměníky umísťují v blízkosti odběru a časová prodleva mezi tepelnou výměnou a spotřebou vody je malá, nedochází k příliš velkým tepelným ztrátám do okolí. Další výhodou tohoto systému jsou poměrně nízké investiční náklady (ceny běžných sprchových výměníků se pohybují zpravidla do deseti tisíc korun). Účinnost samotných tepelných výměníků závisí na mnoha faktorech. Nejvýznamnějšími jsou bezesporu teplota a průtok teplé odpadní vody, které odtékají ze zařizovacího předmětu. Tímto systémem rekuperace tepla z odpadní vody se zabývám dále v experimentální části této diplomové práce. Tam podrobněji analyzuji a stanovuji vybrané parametry (účinnost výměníku, poměrnou úsporu tepla...) sprchového výměníku v závislosti na různých provozních podmínkách. [60]



Obrázek 7.2 Zjednodušené schéma zapojení sprchového výměníku předehřívající studenou vodu pro okamžitou spotřebu [60]

7.3.1.2 Předehřev pro zásobník teplé vody

Stejně jako u předehřevu studené vody pro okamžitou spotřebu dochází k přímé protiproudé tepelné výměně mezi protékající odpadní vodou a přiváděnou čistou studenou vodou. Na rozdíl od předchozí častěji používané varianty s použitím pro přímou spotřebu se předehřátá studená voda přivádí do zásobníku, kde se dále dohřívá na požadovanou teplotu. To umožňuje získávat odpadní teplo z vnitřní kanalizace i v době mimo odběr tepla. K akumulaci získaného odpadního tepla jsou vhodné stratifikační zásobníky vody, které vrství svůj objem podle teploty vody řízeným ukládáním tepla do vrstev o podobné teplotě. Oproti klasickým zásobníkům teplé vody nedochází k promíchání jeho objemu a to vede k efektivnějšímu využití energie. Akumulace tepla umožňuje umístit tepelné výměníky i na odpadní kanalizační potrubí vany nebo myčky nádobí. Nicméně tepelné ztráty u této varianty budou větší, protože potrubní rozvody předehřáté vody od tepelného výměníku k zásobníku bývají většinou delší, navíc předehřátá voda může v zásobníku chladnout. [60], [22]

7.3.2 Systémy s akumulací odpadní vody

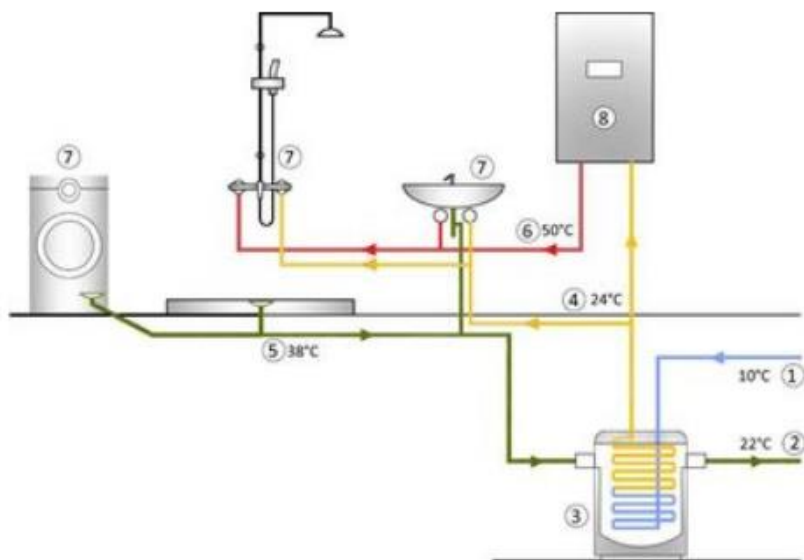
Akumulace odpadní vody přináší různé výhody i nevýhody. Jedna z největších výhod spočívá v možnosti odejímat teplo odpadní vodě z většího množství různých zařizovacích předmětů. Dále tyto systémy nejsou tolik zatíženy časovou závislostí mezi produkcí odpadní vody a odběrem získaného tepla. Naopak nevýhody jsou spojeny s tím že, je systém celkově technicky složitější s vyšší pořizovací cenou (akumulační nádrž, tepelné čerpadlo...) a vyžaduje dostatek prostoru v objektu. Navíc jsou náchylnější na usazování nečistot, ale jednodušeji se čistí.

Akumulovat odpadní vodu můžeme v zásobníku odpadní vody s vloženým tepelným výměníkem, ve kterém proudí studená voda a ohřívá se. Ochlazená odpadní voda se následně odvede kanalizací mimo budovu. Další možnost, jak využít teplo z odpadní vody v objektu, je odpadní vodu shromažďovat v protékané jímce před vpuštěním do stoky. Do jímky je osazeno primární potrubí tepelného čerpadla, ve kterém je pracovní látka odebírající teplo odpadní vodě. [60], [22]

7.3.2.1 Akumulace v zásobníku s integrovaným tepelným výměníkem

Studená voda se přivádí nejdříve do výměníku tepla v akumulačním zásobníku odpadní vody. Zde dochází k tepelné výměně mezi přiváděnou studenou vodou a shromažďovanou odpadní vodou, při které se studená voda ohřeje zpravidla přibližně o 10 °C. Takto předehřátá voda

se následně přivádí do zásobníkového ohřivače teplé vody, kde se dohřívá. Z důvodu eliminace tepelných ztrát a zvýšení účinnosti celého rekuperačního systému, musí být zásobník odpadní vody vhodně tepelně zaizolován a umístěn blízko k napojeným zařizovacím předmětům. Jelikož výše zmiňovanou tepelnou výměnou nedojde k prudkému ochlazení odpadní vody (pod 10 °C její teploty), lze ji odvádět vnitřní kanalizací do stokové sítě. Vypouštění nastává při dosažení určité maximální hladiny odpadní vody pomocí vypouštěcího otvoru. [22]

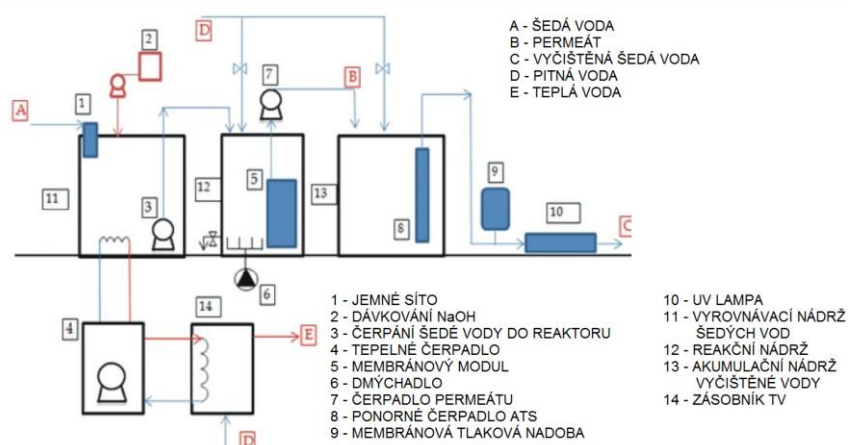


1. přívod studené vody, 2. vypouštěná ochlazená odpadní voda, 3 – zásobník odpadní vody s integrovaným tepelným výměníkem, 4. předehřátá studená voda, 5. teplá odpadní voda, 6. přívod teplé vody, 7. zařizovací předmět, 8. zásobníkový ohřivač teplé vody.

Obrázek 7.3 Schéma zapojení systému rekuperace odpadní vody v objektu s akumulací odpadní vody v zásobníku s integrovaným tepelným výměníkem [22]

7.3.2.2 Akumulace v jímce s použitím tepelného čerpadla

Využívá se u rozlehlějších budov s vyšší a kolísavou produkcí šedých odpadních vod (bytové domy, hotely, bazény a další). Tepelné čerpadlo, které může být zdrojem tepla pro přípravu teplé vody i pro vytápění, odejímá teplo odpadní vodě shromážděné v akumulační jímce. Z ní se pak odpadní voda vypouští do kanalizační stoky nebo se předčistí a dále spotřebovává. Akumulační jímka tedy nemusí sloužit pouze jako zdroj tepla pro primární okruh tepelného čerpadla, ale i pro kombinaci odběru tepla a předčištění odpadních vod. Její kapacita se určuje na základě průtoku odpadní vody s přihlédnutím k hygienickým požadavkům tak, aby doba zdržení šedých vod nebyla větší než jeden den. Akumulační jímka se umísťuje v exteriéru nebo v technické místnosti. Množství potencionálního tepla pro tepelné čerpadlo je však omezeno tím, že nesmí dojít k zamrznutí ochlazené odpadní vody nebo k jejímu poklesu pod požadovanou hodnotu. Proto je tepelné čerpadlo navrhováno v kombinaci s dalším zdrojem tepla. Tento systém také umožňuje chlazení objektu tepelným čerpadlem v letních měsících. [23]



Obrázek 7.4 Rekuperace tepla z naakumulované odpadní vody v kombinaci s čištěním šedých vod [17]

7.3.3 Tepelné výměníky pro rekuperaci tepla z odpadní vody v objektu

7.3.3.1 Rekuperační skříň s nerezovým výměníkem tepla

Jedná se o protiproudý tepelný výměník s voděodolnou plastovou skříní pro získávání tepla z odpadní vody ze sprch nebo umyvadel. Nejčastěji se tedy umísťují na připojovací kanalizační potrubí v blízkosti těchto zařizovacích předmětů (pod umyvadly nebo pod sprchovou vaničkou). Smíšená voda z výtokové armatury, která může mít teplotu mezi 30 °C až 45°C, se při použití ochladí přibližně o 5°C. Poté odtéká odtokem do připojovacího kanalizačního potrubí a následně do připojené rekuperační skříně. Tam je schopná předat část své tepelné energie přiváděné čisté studené vodě (zvýší její teplotu o cca 10 až 15 °C provozních parametrů). Předehřátá studená voda se dále přivádí do směšovací baterie nebo zásobníkového ohříváče teplé vody. Odpadní voda je odváděna kanalizací mimo objekt. Použití tohoto systému je vhodné nejen pro obytné budovy, ale i pro objekty s větší produkcí odpadní vody (koupaliště, bazény, hotely). U těchto provozů je možno pro využití většího množství odpadní vody rekuperační skříně sdružovat paralelním zapojením. Nelze však využívat potenciál odpadní vody s obsahem olejů nebo větších nečistot z důvodu zanášení výměníku. Čištění je prováděno propláchnutím zvýšeným průtokem odpadní vody. [22], [24]

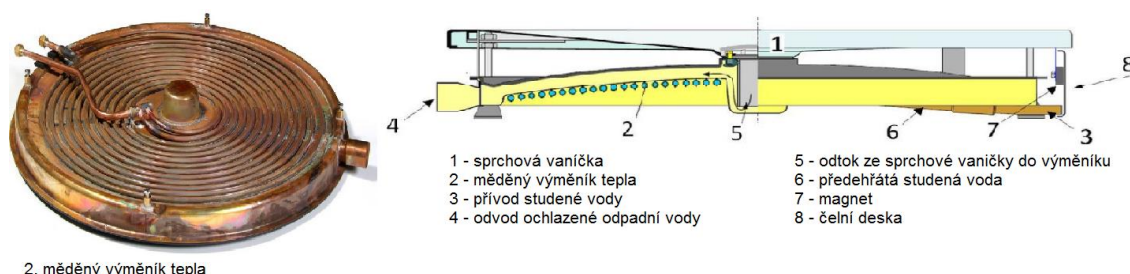


Obrázek 7.5 Sprchový výměník s plastovou skříní a nerezovým výměníkem tepla [24]

7.3.3.2 Sprchová vanička s integrovaným výměníkem tepla

Tepelný výměník pro odejímání tepla během sprchování může být proveden i ve variantě s jeho vložením přímo do konstrukce sprchové vaničky. Takto speciálně upravená konstrukce sprchové vaničky (viz. Obrázek č. 7.6) umožňuje předehřívát studenou vodu vedenou do směšovací baterie sprchy, a tím snížit spotřebu energie na ohřev teplé vody. Použití je vhodné v obytných budovách.

ných budovách, bazénech nebo v objektech určených ke sportu. Při sprchování použitá voda odtéká ze sprchové vaničky odtokem na vypuklou měděnou plochu. Pod ní je umístěna spirála měděného potrubí, ve kterém proudí studená voda menšího objemu (zpravidla do jednoho litru vody). Jelikož je tepelný výměník vyroben z mědi, nedoporučuje se požívat tento systém získávání odpadního tepla v kombinaci s ocelovým pozinkovaným potrubím, aby nedocházelo k zvýšené korozi vlivem chemických reakcí. [22]



Obrázek 7.6 Konstrukce sprchové vaničky s integrovaným tepelným výměníkem pro získávání tepla z odpadní vody [22]

7.3.3.3 Výměník do odpadního potrubí

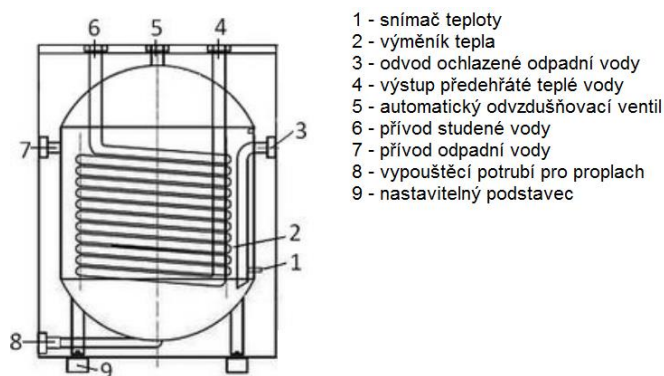
Teplo z odpadní vody můžeme odejímat i na svislém odpadním kanalizačním potrubí vedeném ve vytápěné místnosti domu. K tomuto účelu slouží měděný tepelný výměník, který je konstrukčně proveden jako dvouplášťový. Vnitřním pláštěm se odvádí teplá odpadní voda ze zařízení předemětů. Ve vnějším plášti proudí opačným směrem ohřívající se čistá studená voda. Vnější plášť je řešen jako další měděné potrubí nebo jako měděné spirály obtočené kolem vnitřní trubky. Aby se omezily tepelné ztráty, instalují se na odpadní potrubí těsně pod zařízení předemětů. Efektivitu rekuperace tepla zvyšuje hydraulický rotátor umístěný v kanalizačním potrubí před vstupem do výměníku. Ten svou funkcí zajistí turbulentní proudění odpadní vody u stěn vnitřního potrubí, což je příznivé z hlediska tepelného výkonu výměníku. U budov s větší produkcí odpadních vod lze paralelně zapojit několik těchto výměníků vedle sebe. Rovnoměrné rozdělení odpadní vody do výměníků zajišťuje rozdělovač odpadní vody. Předehřátá studená voda se přes sběrné potrubí přivádí ke směšovací armatuře zařízeního předemětu. Nevýhodou tohoto systému je to, že není vhodný pro rozvody vnitřního vodovodu z pozinkované oceli. Zapříčiňují to chemické reakce mezi zinkem a mědi, které vedou ke zvýšení nežádoucí koroze ve vodovodním potrubí. [22]



Obrázek 7.7 Schéma možného zapojení rekuperace tepla z odpadní vody pomocí tepelného výměníku do odpadního potrubí [22]

7.3.3.4 Tepelný výměník integrovaný do akumulční nádrže

Princip získávání tepla z odpadní vody tímto systémem je popsán výše. Samotný výměník je tvořen spirálně vedeným potrubím z nerezové oceli uloženým v akumulční nádobě. Tělo nádrže, které je vyrobeno ze stejného materiálu jako tepelný výměník, je z vnější strany opatřeno tepelnou izolací nejčastěji z polyuretanu. Ačkoliv je do nádrže povoleno přivádět pouze odpadní vodu z umyvadel, van, sprch nebo automatických praček, akumulací odpadní vody dochází k usazování nezanedbatelného množství nečistot u dna. Proto se musí nádrž pravidelně proplachovat. Tím se odstraní i nečistoty usazené na tepelném výměníku, čímž se předchází snížení jeho účinnosti. [22]



Obrázek 7.8 Příklad možného uspořádání akumulční nádrže odpadních vod s integrovaným tepelným výměníkem [22]

7.4 Rekuperace tepla z kanalizační stoky

Odpadní vody v kanalizačních řádech obsahují určitou termální energii, kterou je možno do jisté míry účelně využít na vytápění, ohřev teplé vody nebo chlazení. Tím můžeme značně ušetřit energetickou náročnost budovy zejména úsporu spotřebované energie na ohřev teplé vody. Systémy odebrání tepla z odpadní vody ve stoce je tvořen dvěma základními prvky: výměníkem tepla a tepelné čerpadlo. V praxi se teplo získává dvěma způsoby. Jedním z nich je pomocí výměníku tepla ve stokové síti. Druhou možností je odpadní vodu přečerpávat do externího tepelného výměníku. Teplota odpadní vody v kanalizační stoce je relativně stálá, avšak teplotní

úroveň je nedostačující pro přímé vytápění či ohřívání teplé vody. V zimním období se teplota průměrně pohybuje mezi 10 až 15 °C, což je velmi výhodné pro použití tepelného čerpadla, kterým teplo získáváme. Naopak v létě dosahuje maxima okolo 20 °C. Teplota však často kolísá v závislosti na celé řadě faktorů. Rozptýl teplot odpadních vod vstupujících z kanalizačních přípojek do veřejných řádů je velký v závislosti na charakteru spotřeby vody. Ve stoce pak následně dochází k ředění a chlazení vod.

Jak je patrné, stoková voda představuje zajímavý nízkopotencionální obnovitelný zdroj tepla, použití je však značně omezeno. S návrhem tohoto systému musí v první řadě souhlasit příslušní provozovatelé kanalizací a čistíren odpadních vod. Ti si hlídají, aby provozem rekuperace tepla nedošlo k narušení funkce jejich zařízení. Jedná se zejména o splnění požadavků minimální teploty odpadní vody pro čistírnu, která ovlivňuje průběhy biologických procesů čištění. Zmiňovaný rekuperační systém svou činností může ochladit vodu ve stoce v řádech jednotek stupňů Celsia (běžně 1 až 3 °C). Teplota by neměla klesnout pod 10 °C a samotné snížení teploty je dle kalorimetrické rovnice závislé především na množství čerpaného tepla a průtoku (čím větší průtok, tím menší zchlazení odpadní vody).

$$\Delta t = \frac{Q_{T\check{C}}}{c \cdot m \cdot \rho} [^{\circ}\text{C}] \quad (1.1)$$

- kde:
- Δt - teplota, o kterou se odpadní voda ochladí [$^{\circ}\text{C}$]
 - $Q_{T\check{C}}$ - množství odebraného tepla z odpadní vody tepelným čerpadlem [kW]
 - c - měrná tepelná kapacita vody, závislá na její teplotě [$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]
 - ρ - hustota vody, závislá na teplotě [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]
 - m - průtok odpadní vody [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$]

Pro fungování tepelného čerpadla platí to, že čím je teplota odpadní vody vyšší, tím je jeho účinnost lepší – vyšší topný faktor. Mimo to musejí být pro správné fungování splněny základní technické požadavky:

- Minimální průtok odpadní vody 15 l/s
- Minimální průtoková rychlost odpadní vody ve stoce 1,0 m/s (čím vyšší, tím příznivější – menší usazování nečistot)
- Při dodatečné instalaci výměníku přímo do kanalizačního řádu musí být jeho průměr minimálně DN 800
- U prefabrikovaných potrubí s již integrovanými výměníky je minimální průměr potrubí DN 400
- Tepelné čerpadlo pracuje v kombinaci s bivalentním zdroje a zajišťují nižší teplotu otopné vody – nízkoteplotní vytápění
- Co nejkratší vzdálenost mezi umístěním tohoto rekuperačního systému a spotřebního místa

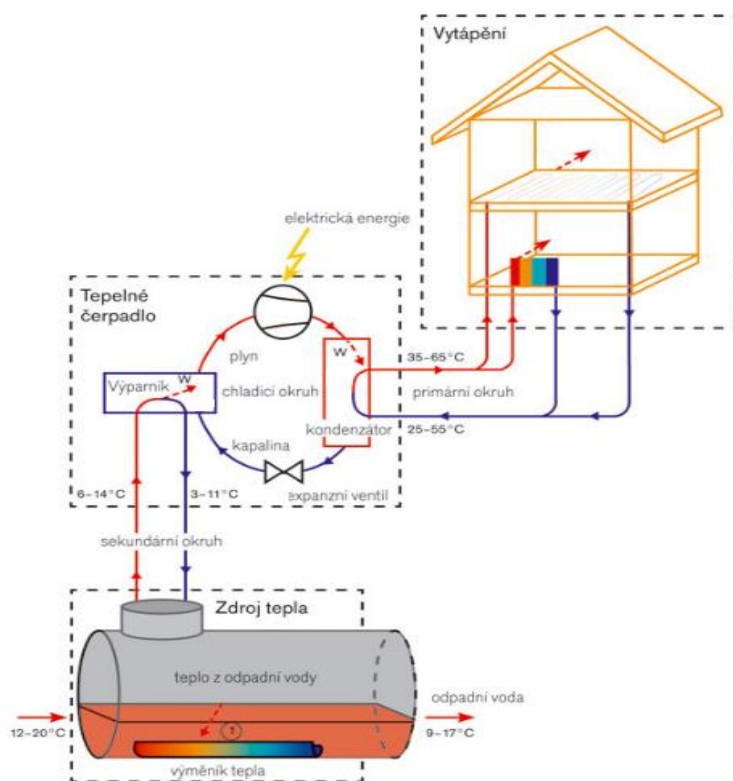
Dále systémy rekuperace limituje velikost a charakter zástavby. Z tohoto pohledu je nejvýhodnější situovat systémy u sídliště měst, nemocnic, akvaparků, továren či průmyslových zón, tak aby byly ekonomicky přínosné. [25], [26],[22], [25], [18], [27]

7.4.1 Získávání tepla tepelným výměníkem ve stoce

Typ výměníku a způsob jeho osazení závisí na typu kanalizačního systému a jeho parametrech. Existují tři základní typy tepelných výměníků:

- Výměník vložený do kanalizačního potrubí
- Výměník zabudovaný ve stěně betonového kanalizačního potrubí
- Zabudovaný ocelový výměník v předizolovaném kanalizačním potrubí

Tepelné výměníky se ve stoce umísťují buď u dna, nebo u horní hrany. Výměníky u spodní části jsou levnější a technicky jednodušší. Naopak výměníky v horní části bývají zpravidla dražší, ale jsou přístupnější pro kontrolu, čištění nebo opravu. Právě zanášení výměníku může představovat vážnou hrozbu pro funkčnost celé rekuperace. Systém musí být navržen tak, aby údržba výměníků byla po dobu celé životnosti co nejmenší, a aby se nemusela provádět odstávka rekuperace nebo kanalizace. Při projektování se také nesmí zapomenout na to, že její zdroj nízkopotencionálního tepla je značně nestabilní. Výkyvy teploty a průtoku odpadní vody se zohlední mírným předimenzováním výkonu tepelného výměníku. [18], [25], [27]



Obrázek 7.9 Princip získávání tepla z odpadní vody ve stoce pomocí tepelného čerpadla [25]

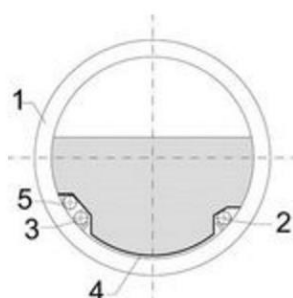
7.4.1.1 Systémy s tepelnými výměníky vloženými do kanalizační stoky

Tepelné výměníky, které se mohou vkládat do stok nově budovaných i stávajících, se skládají ze soustavy rozvětvených trubních rozvodů a teplosměnné plochy, která je nad rozvody umístěna. Teplosměnná plocha různých tvarů (oblé, zkosené...) odebírá teplo odpadní vodě a vede ho k trubním rozvodům. V nich proudí pracovní látka tepelného čerpadla nesoucí teplo k výparníku. Soustavu trubních rozvodů lze rozdělit na potrubí přírodní, vratné, sběrné a potrubí

rozdělovací, které umožňuje zapojení několika 1 až 3 metry dlouhých výměníků za sebou dle Tichelmana. [18], [25]

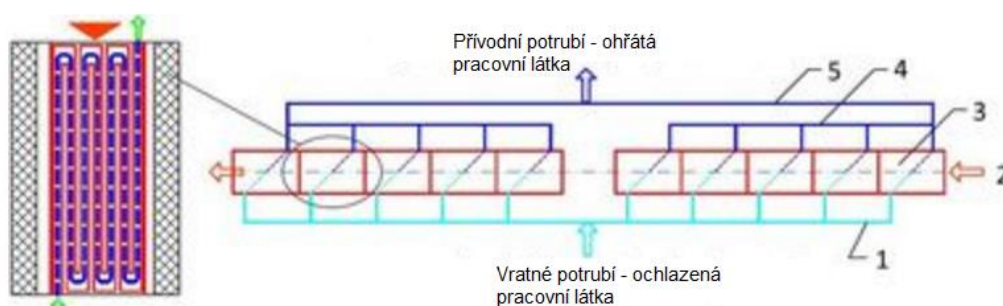


Obrázek 7.10 Příklad uložení ocelového výměníku ve spodní části stokové sítě [18]



1. kanalizační potrubí, 2. vratné potrubí, 3. sběrné potrubí dle Tichelmana, 4. ocelový výměník tepla, 5. přívodní potrubí

Obrázek 7.11 Řez kanalizačním potrubím s ocelovým výměníkem tepla [18]

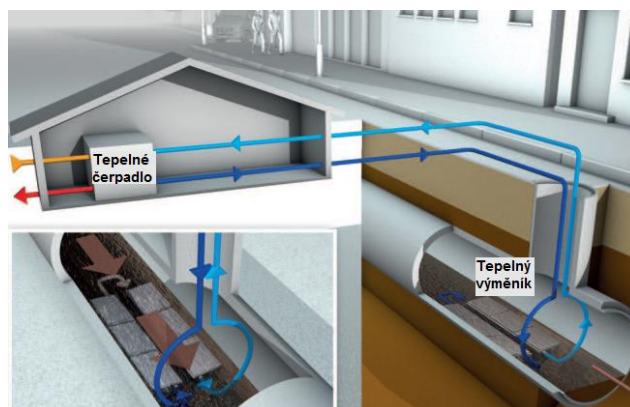


1. vratné potrubí, 2. směr toku odpadní vody, 3. výměník tepla, 4. sběrné potrubí, 5. přívodní potrubí

Obrázek 7.12 Soustava trubních rozvodů tepelného výměníku zapojeného dle Tichelmana [18]

Tepelný výměník HUBER TubeWin

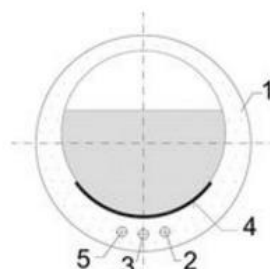
Tento systém lze uvést jako jednu z prakticky užívaných možností, jak získávat teplo z odpadní vody přímým vložením tepelného výměníku do stokové sítě. Používá se pro vytápění i chlazení a lze ho instalovat pro potrubí s DN 1000 a větších. Osazení tohoto zařízení ovlivní průřez potrubí jen nepatrně, protože tyto tepelné výměníky umístěné u dna potrubí mají plochý tvar. Navíc je zde možnost přizpůsobit tvar a umístění výměníků i dalších prvků podle průřezu příslušného potrubí nebo podle parametrů odpadní vody. Veškeré komponenty výrobce vyrábí z kvalitní nerezové oceli V4A, čímž se snaží zajistit delší životnost systémů. Jednotlivé tepelné výměníky se mohou instalovat paralelně nebo sériově podle potřeby tepelného výkonu a parametrů stokové sítě. [26],[28]



Obrázek 7.13 Tepelný výměník HUBER TubeWin [28]

7.4.1.2 Systémy s výměníky tepla zabudovanými ve stěně betonového kanalizačního potrubí

Systémy zpětného získávání tepla s těmito tepelnými výměníky nelze použít pro stávající kanalizační řády. Jejich aplikace je možná pouze v případě kompletní výměny stávajících kanalizačních potrubí za nová nebo při výstavbě zcela nových sítí. Na rozdíl od výměníků vkládaných do kanalizačních stok je přívodní i vratné potrubí zajišťující přenos tepelné energie z odpadní vody do tepelného čerpadla osazeno přímo do stěny betonového kanalizačního potrubí. Tím nedochází ke změně tvaru či zmenšení průřezové plochy potrubí, což je příznivé z hlediska charakteru proudění odpadních vod. Systém se vyznačuje poměrně snadnou a rychlou montáží a jednoduchým provozem, avšak případné opravy se z hlediska špatné přístupnosti jeví jako značně problematické. Náklady na instalaci jsou jen o něco málo vyšší než u standartní kanalizace. Možné tepelné výkony ocelových výměníků jsou závislé na velikosti jejich teplosměnné plochy a tím pádem i na průměru kanalizačního potrubí. [29], [18], [25]



Průměr potrubí	Tepelný výkon
[mm]	[kW/m]
1 200	3,2
1 400	3,7
1 600	4,2
1 800	4,8
2 000	5,3

1. betonové kanalizační potrubí, 2. vratné potrubí – ochlazená voda – vstup do výměníků, 3. sběrné potrubí – zapojení dle tichelmanna, 4. výměník tepla, 5. přívodní potrubí – ohřátá voda – výstup z výměníků

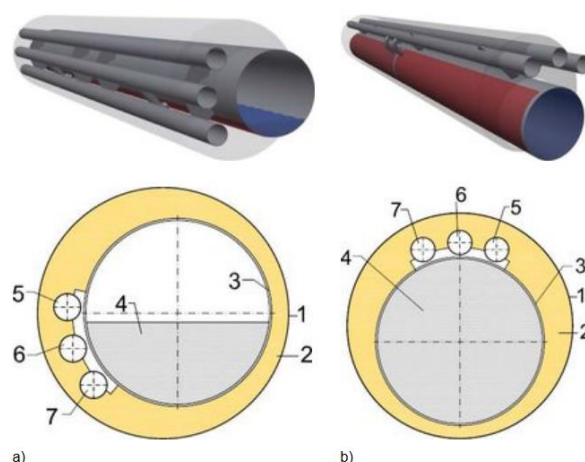
Obrázek 7.14 Kanalizační betonové potrubí se zabudovaným ocelovým tepelným výměníkem od firmy Kasag Swiss AG – pohled, řez, výkony [29], [18]

7.4.1.3 Předizolovaná kanalizační potrubí s integrovaným ocelovým výměníkem tepla

Přenos tepla zajišťuje speciální tvarovka, a proto ani tento systém nelze aplikovat pro stávající síť. Kanalizační potrubí je složeno ze dvou plášťů z profilovaného plechu, který zároveň plní funkci teplosměnné plochy. Z vnější strany je osazeno menší potrubí s pracovní látkou a tak

nedochází k zmenšení průřezu potrubí. Jako materiál obou potrubí se používá ocel s dostatečnou odolností proti korozi. Z důvodu omezení ztrátových tepelných toků, a tím k zajištění maximálního přenosu energie mezi odpadní vodou a teplotnosnou látkou je kanalizační potrubí včetně potrubí s teplotnosnou látkou tzv. zabaleno tepelnou izolací z polyuretanu a opatřeno polyetylenovým pláštěm.

Předizolované kanalizační potrubí se podle druhu kanalizace (tlaková, gravitační) dělí na dva základní typy. Rozdíl je v pozici potrubí teplotnosné látky podle charakteru proudění. Tvarovky tohoto typu pro tlakovou kanalizaci jsou charakteristické tím, že mají potrubí s teplotnosnou látkou nad horní hranou kanalizačního potrubí. U gravitační kanalizace se umísťuje po straně kanalizačního potrubí.[29], [25], [18]



1. polyetylenový plášť, 2. tepelná izolace z polyuretanu, 3. ocelové dvouplášťové kanalizační potrubí, 4. odpadní voda, 5. přívodní potrubí – ohřátá voda, 6. rozdělovací potrubí dle Tichelmann, 7. vratné potrubí – ochlazená voda

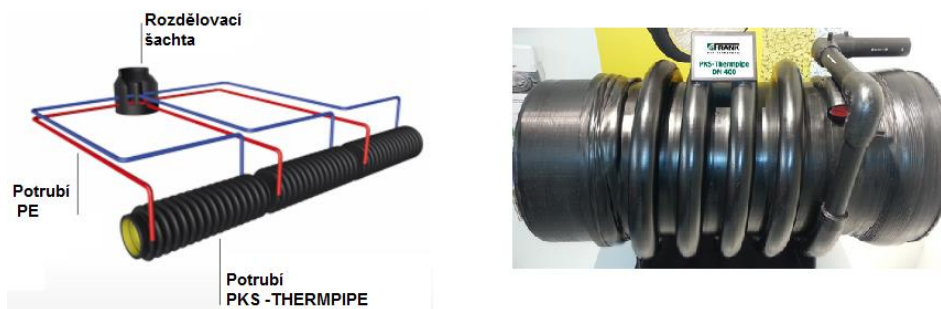
Obrázek 7.15 Předizolované kanalizační potrubí: a) pro gravitační kanalizace, b) pro tlakovou kanalizaci [18]

DN [mm]	Q [W/m]	
	a)	b)
200	600	1600
400	1100	3200
600	1600	4800
800	2100	6300
1200	3200	-

Tabulka 7.1 Výkony předizolovaného kanalizačního potrubí – systém od firmy Kasag Swiss AG [29], [18]

7.4.1.4 Kanalizační potrubí s plastovou spirálou čerpající teplo z odpadní vody i ze země

Konstrukce tohoto kanalizačního potrubí se skládá ze standardní plastové trubky, ve které proudí odpadní voda. Kolem ní je z vnější strany spirálně přivařeno další plastové potrubí s pracovní látkou odvádějící teplo z odpadní vody i z okolní země. Připojení potrubí s pracovní látkou k tepelnému čerpadlu se provádí přes rozdělovací šachtu. Kromě toho, že systém umožňuje konstantní zásobování energie z podloží plus získávání energie z odpadní vody, nedochází k zmenšení průřezu kanalizační stoky. Lze ho použít ve velkém rozsahu dimenzí (od DN 300 až po DN 1800), ale pouze pro nové sítě. [29], [30]



Obrázek 7.16 Systém PKS – THERMPIPE [29],[30]

DN	Q [W/m]	DN	Q [W/m]
300	350	1100	1130
400	450	1200	1220
500	550	1300	1320
600	640	1400	1420
700	740	1500	1520
800	840	1600	1610
900	930	1800	1810
1000	1030	-	-

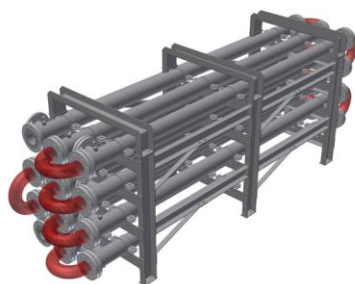
Tabulka 7.2 Výkony systému PKS – THERMPIPE [29]

7.4.2 Získávání tepla přečerpáváním do externího tepelného výměníku

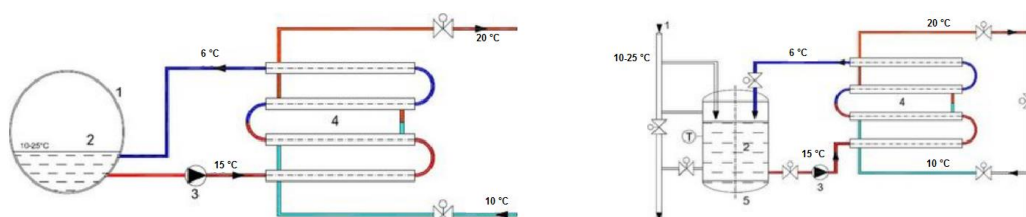
U těchto systému nedochází k tepelné výměně přímo ve stokové síti, ale v externím tepelném výměníku, do kterého se odpadní voda přečerpává. Tím se vylučují nevýhody systémů s tepelnými výměníky přímo ve stokové síti. Jedná se zejména o omezení minimálními průměry potrubí a minimálními průtoky odpadní vody. Instalace, provoz a údržba takových zařízení je také mnohem jednodušší, protože si zpravidla nevyžadují celkové odstavení provozu kanalizace. Navíc počáteční finanční investice bývají většinou nižší než u systému s tepelnými výměníky ve stoce. Nevýhodou získávání tepla přečerpáváním odpadní vody do externích tepelných výměníků je nutnost vhodného prostoru pro umístění výměníků a potřeba čerpací techniky.

7.4.2.1 Systémy s dvojtrubkovým ocelovým výměníkem

Jedná se o tepelný výměník, který tvoří dvě ocelové potrubí vložené do sebe. Odpadní voda proudí ve vnitřním potrubí a předává své teplo chladnější látce, která proudí v prostoru mezi vnitřní a vnější trubkou. Odpadní voda se do tepelného výměníku čerpá ze stokové sítě a po tepelné výměně se z výměníku vrací zpět do stoky. Tento ocelový tepelný výměník se může využít i přímo v objektu. Odpadní vody z kanalizačního potrubí se shromažďují ve sběrné akumulární nádrži, ze které se následně přečerpávají do výměníku. Obě možnosti využití jsou znázorněny na následujícím obrázku (obr.7.17).



Obrázek 7.17 Ocelový dvoutrubkový tepelný výměník pro získávání tepla z odpadní vody [31]



1. kanalizační potrubí, 2. odpadní vody, 3. čerpadlo, 4. ocelový tepelný výměník, 5. Sběrná akumulční nádrž

Obrázek 7.18 Schéma možností zapojení a využití dvoutrubkového ocelového výměníku [18]

Z konstrukčního hlediska se tento výměník řadí mezi nejjednodušší a navíc umožňuje využívání odpadní vody, která obsahuje pevné částice (černá voda). Vyrábí se v délce od 3 do 6 metrů v dimenzích vnitřní trubky DN32 až DN80. Některé výměníky jsou z důvodu zvětšení teplosměnné plochy řešeny tak, že je vnitřní trubka opatřena podélnými žebry. [32], [31], [41]



Obrázek 7.19 vnitřní trubka opatřena podélnými žebry dvoutrubkového tepelného výměníku [33]

DN [mm] (vnitřní)	Q [W/m]
32	400
40	460
50	600
65	720
80	840

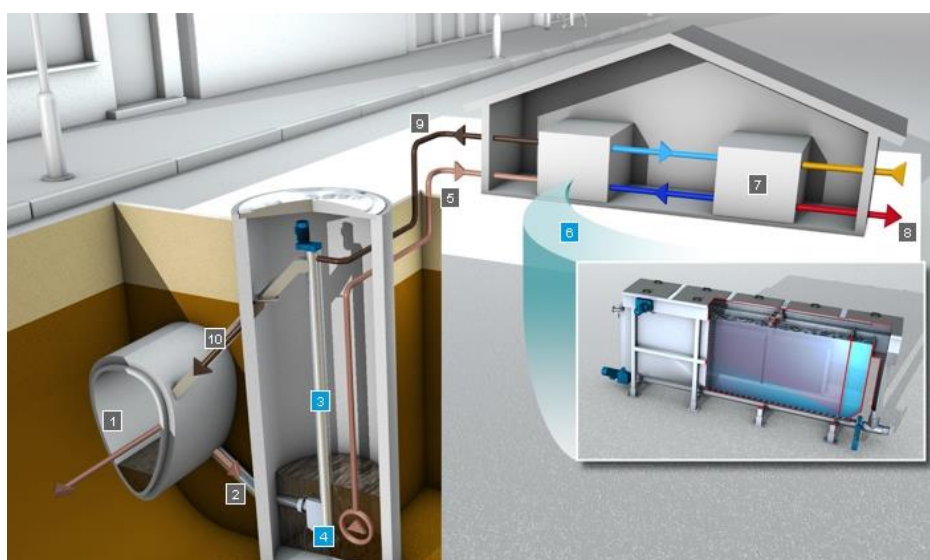
Tabulka 7.3 Tepelné výkony dvoutrubkového ocelového výměníku systém Kasag double pipe [32]

7.4.2.2 Systém HUBER ThermWin s tepelným výměníkem HUBER RoWin

Tento systém slouží k ohřevu pracovní látky, kterou bývá nejčastěji voda přenášející teplo tepelnému čerpadlu. Část odpadní vody z kanalizační stoky gravitačně proudí pomocí navrtávky v potrubí do odběrné šachty. Zde se nejdříve předčistí průtokem přes perforovaný koš, tak aby nedošlo k usazení nečistot v některé části systému. Usazené pevné částice jsou pomocí vertikál-

ního šnekového dopravníku posunovány vertikální trubkou směrem k výtoku vracející se ochlazené již předtím upravené odpadní vody, která tyto nečistoty splachuje. Předčištěná odpadní voda ze sběrné šachty se pak následně čerpá do tepelného výměníku HUBER RoWin.

Výměník je tvořen svařovanou nerezovou nádrží, ve které je umístěno těleso z trubkových smyček s velkou teplosměnnou plochou naplněné pracovní látkou. Do okolí kolem tohoto tělesa je přiváděna předčištěná odpadní voda. Maximální přestup tepla odstraněním biofilmu na teplosměnných plochách je zajištěn automatickým čistícím mechanismem výměníku. Sedimentující částice jsou ze dna odstraňovány šnekovým dopravníkem a následně spláchnuty ochlazenou odpadní vodou. Výměníky se vyrábějí v modulovém systému, což umožňuje modifikovat pro aplikaci na různé varianty. Jsou dostupné i speciální zateplené výměníky pro použití do exteriéru. [34], [28], [26], [35]



1. kanalizační stoka, 2. vtok odpadní vody od odběrné šachty, 3. trubka se šnekovým dopravníkem 4. perforovaný koš, 5. přítok předčištěné odpadní vody, 6. výměník HUBER RoWin, 7. tepelné čerpadlo, 8. výstup topné vody, 9. výstup ochlazené odpadní vody.

Obrázek 7.20 Systém HUBER ThermWin s tepelným výměníkem HUBER RoWin [35]

7.5 Získávání tepla z vyčištěné odpadní vody

Vyčištěná odpadní voda představuje větší tepelný potenciál než odpadní voda ve stoce. Jelikož dochází k odejímání tepla až po procesu vyčištění odpadní vody, můžeme jí získáním tepla tepelným čerpadlem více ochladit. Navíc přítok vyčištěné vody je stabilní a lze ho považovat za téměř konstantní. Ačkoliv jsou podmínky pro rekuperaci v tomto případě velmi výhodné, v praxi se tento systém používá zřídka. Hlavním důvodem je fakt, že případní spotřebitelé získaného tepla nejsou v blízkosti odběru. Získané teplo by se teoreticky dalo využít pro vyhřívací nádrže či sušení kalu. Čistírny si ale toto teplo většinou obstarávají samy pomocí kogeneračních jednotek s využitím bioplynu. [36]

8 ZÁVĚR

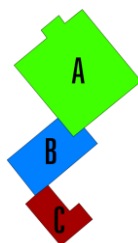
V předchozích kapitolách jsem se zabýval různými zdroji odpadního tepla a možnému způsobu jejich využití. Jelikož se v experimentální části mé diplomové práce věnuji získávání tepla z odpadní vody pomocí sprchového výměníku, zaměřil jsem se podrobněji právě na tento potenciální zdroj energie. Ačkoliv je tato problematika velmi složitá, snažil jsem se v rozsahu této práce objasnit všechny důležité body.

**B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ - KONCEPČNÍ
ŘEŠENÍ**

1 ANALÝZA OBJEKTU

Cílem druhé části této diplomové práce je navrhnout technické řešení systému vytápění pro zadanou budovu, ve které bude uplatněno využívání tepla z odpadní vody. Konkrétně se jedná o stávající objekt polikliniky v Hlučíně. Pro tuto budovu jsou navrženy stavební úpravy za účelem zlepšení jejího technického stavu, tepelně technických vlastností její obálky, snížení energetické náročnosti provozu a celkového zvýšení komfortu užívání. Tato diplomová práce řeší pouze část vytápění v návaznosti na navržené stavební úpravy.

Poliklinika je dispozičně členěná na 3 části: A, B, C. Hlavní část A je situována na severní straně, má pět nadzemních podlaží (5.NP je pouze částečné – technické zázemí) a jedno podzemní podlaží. V úrovni 1.NP navazuje na část B, která stavebně spojuje části A s částí C. Část B má pouze jedno nadzemní podlaží. Část C je situována jižně a má 1 podzemní podlaží a dvě nadzemní podlaží se samostatným vstupem. Celková užitná plocha interiéru činí cca 3232 m², obestavěný prostor cca 13394 m³, celková plocha ochlazovaných konstrukcí cca 4044 m².



Obrázek 1.1 Schéma dispozičního členění zájmového objektu polikliniky

Nosnou konstrukci budovy polikliniky tvoří železobetonový skelet. Svislé nosné konstrukce jsou tak tvořeny železobetonovými sloupy a vyzdívky ze škvárobetonových tvárnic a plynosilikátu různých tloušťek. Vodorovné konstrukce představují železobetonové stropy tl. 180 mm se stávajícími konstrukcemi podlah. Střešní konstrukce prošla opravou již v minulosti, při které byla kompletně vyměněna střešní krytina (nově PVC fólie) a provedeno její zateplení. Nově se bude zateplovat fasáda pomocí desek z minerální vlny tl. 100 a 120 mm. Dále budou vyměněny stávající okna za nová plastová s izolačním dvojsklem. Kompletně budou vyměněny i vstupní dveře.



Obrázek 1.2 Vizualizace polikliniky po stavebních úpravách

Objekt je v současnosti využíván jako zdravotnické zařízení s ordinacemi, čekárnami a prodejními jednotkami (lékárna a optika). Specializace jednotlivých vyšetřoven a ordinací je značně rozmanitá. Přesné využití jednotlivých prostorů je zřejmé z výkresové dokumentace. Stávající využití daných prostorů se nemění a bude zachováno bez změn. Pouze v 1.PP budovy A dojde k úpravě dispozice za účelem změny nevyužívaných prostorů na blok pěti místnosti pro rehabilitace, lázně a masáže. V těchto prostorech budou pro potřebný provoz umístěny čtyři sprchy, čtyři vany, vířivka a osm umyvadel (viz. výkresová část). Provoz objektu se předpokládá 5 dní v týdnu, pouze provoz lékárny bude v provozu 6 dní v týdnu. Denní provozní doba je odhadována na 8 a 12 hodin dle charakteru provozu. Roční doba užívání je uvažována na 260 dní.

Větrání je v zájmovém objektu řešeno přirozeně mimo provoz laboratoří a chirurgie. Oba dva zmiňované provozy mají v současnosti samostatné vzduchotechnické jednotky umístěné na střeše části A v zákrytu. Tyto vzduchotechnické jednotky se nacházejí již v technicky nevyhovujícím stavu a budou v rámci stavebních úprav vyměněny. I přes doporučení hlavního projektanta stavby řešit větrání celého objektu nuceně, bude objekt dle požadavků investora větráný částečně přirozeně a částečně nuceně. Kromě výše zmiňovaných prostorů budou nově nuceně větrány hlavně čekárny, komunikační prostory a nově vzniklý prostor rehabilitací. K tomuto účelu budou do budovy nově osazeny čtyři menší vzduchotechnické jednotky. Rozmístění vzduchotechnických jednotek je patrné z výkresové dokumentace. Přesný návrh nuceného větrání není předmětem tohoto projektu, řeší samostatně projekt vzduchotechniky. Systém vytápění řeší dodávku potřebného tepla pro ohříváče vzduchu.

Stávající řešení systému vytápění bude kompletně zrušeno. Již v minulosti byla provedena úprava vytápění objektu ve smyslu výměny zdroje tepla a umístění technické místnosti. Původně v době výstavby polikliniky byl zdrojem tepla kotel na tuhá paliva umístěný v místnosti 1P18. Při předchozí úpravě systému vytápění došlo k výměně kotle na tuhá paliva za plynový kotel, úpravě dispozice spojenou s přesunutím technické místnosti do 1P20 a vybudování nového komínového tělesa vně objektu. Původní komínové těleso je v současnosti nevyužívané. Stávající zdroj tepla (plynový kotel), otopné plochy (převážně litinová, článková, otopná tělesa) včetně ostatních prvků otopné soustavy jsou stářím značně opotřebované a nacházejí se v technicky nevyhovujícím

stavu. Navíc v rámci navržených stavebních úprav dojde k výraznému zlepšení tepelně-technických vlastností podstatné části obálky budovy (výměna oken, dveří a zateplení fasády), navýšení potřeby tepla na ohřev teplé vody a rozšíření systému nuceného větrání. Stávající otopná soustava bude tedy kompletně demontována (zdroj tepla, potrubní rozvody, ohřivač teplé vody atd.). Nově bude do stejné technické místnosti 1P20 osazen efektivnější a ekologicky příznivější zdroj tepla, který bude výkonově přizpůsobený aktuální potřebě tepla. Dále je navržena moderní, pružná otopná soustava s otopnými plochami v podobě deskových otopných těles s hladkou čelní deskou, konvektorů v prodejnách a vestibulu a trubkových otopných těles v koupelnách zaměstnanců. Nový otopný systém bude také zajišťovat dostatek tepla potřebného pro provoz nově navrženého systému nuceného větrání. Teplá voda bude připravována smíšeným, nepřímým ohřevem pomocí zásobníkového ohřivače. Návrh přípravy teplé vody uvažuje se získáváním tepla z odpadní vody a to ve dvou variantách. Teplo z odpadní vody bude odebíráno pouze z provozu nově vzniklých místností rehabilitací, lázní a masáží, protože zasahovat do stávajících prostorů by bylo ekonomicky neefektivní. Nově vzniklé místnosti budou navíc dominantní z hlediska produkce odpadní vody. První varianta uvažuje s použitím lokálních rekuperačních výměníků na předehřev studené vody. Druhá varianta potom počítá s centrální rekuperací, při které budou napojeny všechny zařizovací předměty z nově vzniklých prostorů kanalizací do jímky odpadních vod. V akumulační jímce bude umístěný šachtový výměník odebírající teplo z odpadní vodě. Získané teplo předá primárnímu okruhu tepelného čerpadla, které bude získaným tepelným výkonem pokrývat část potřebného výkonu na ohřev teplé vody. Na základě technického a ekonomického zhodnocení bude vybrána lepší varianta. Horší z variant zůstane pouze ve formě studie.

2 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

2.1 Výpočet součinitele prostupu tepla

Výpočet součinitele prostupu tepla jednotlivých stavebních konstrukcí a všechny dílčí výpočty byly provedeny dle ČSN 73 0540. [50]

- Celkový tepelný odpor konstrukce:

$$R = \frac{\sum d_i}{\sum \lambda_i} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}] \quad (1.2)$$

kde: d_i - je tloušťka dílčí vrstvy [m]

λ_i - je součinitel tepelné vodivosti materiálu dané vrstvy [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

- Celkový tepelný odpor při prostupu tepla konstrukcí:

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}] \quad (1.3)$$

kde: R_{si} - je tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

R_{se} - je tepelný odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

- Součinitel prostupu tepla:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}] \quad (1.4)$$

Název konstrukce:	F11_plynosilikát+žb skelet+100 MV		
Popis	Stěna vnější obvodová, jednoplášťová		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,04		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	0,30		
Vrstva	Tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Plynosilikát+žb skelet	0,300	0,259	1,158
Omítka vápenocementová	0,025	0,990	0,025
Lepidlo a stěrková hmota	0,005	0,570	0,009
Tepelná izolace z minerální vlny	0,100	0,044	2,273
Armovací a lepicí tmel	0,010	0,220	0,045
Lícové pásy klinker	0,006	1,010	0,006
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	3,704	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R =$ 3,534	
Součinitel prostupu tepla U:	0,270	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,270	\leq	0,30
Název konstrukce:	F13_škvárobetonová tvárnice+120 MV		
Popis	Stěna vnější obvodová, jednoplášťová		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,04		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	0,30		
Vrstva	Tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Škvárobetonová tvárnice	0,350	0,610	0,574
Omítka vápenocementová	0,025	0,990	0,025
Lepidlo a stěrková hmota	0,005	0,570	0,009
Tepelná izolace z minerální vlny	0,120	0,043	2,791
Baumit omítková stěrka	0,005	0,470	0,011
Baumit NanoporTop omítka	0,002	0,800	0,003
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	3,599	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R =$ 3,429	
Součinitel prostupu tepla U:	0,274	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,274	\leq	0,30
Název konstrukce:	F14_plynosilikát+žb skelet+100 MV		
Popis	Stěna vnější obvodová, jednoplášťová		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,04		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	0,30		
Vrstva	Tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Plynosilikát+žb skelet	0,350	0,263	1,331
Omítka vápenocementová	0,025	0,990	0,025
Lepidlo a stěrková hmota	0,005	0,570	0,009
Tepelná izolace z minerální vlny	0,100	0,043	2,382
Armovací a lepicí tmel	0,010	0,220	0,045
Lícové pásy klinker	0,006	1,010	0,006
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	3,985	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R =$ 3,815	
Součinitel prostupu tepla U:	0,251	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,251	\leq	0,30

Tabulka 2.1 Výpočet součinitele prostupu tepla 1

Název konstrukce:	F17_škvárobetonová tvárnice+žb skelet+100_xps		
Popis	Stěna vnější obvodová, jednoplášťová		
$R_{si} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$	0,13		
$R_{se} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$	0,04		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) $[Wm^{-2} \cdot K^{-1}]$	0,30		
Vrstva	tl. d [m]	$\lambda [Wm^{-1}K^{-1}]$	$R [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Škvárobetonová tvárnice+žb skelet	0,450	0,610	0,738
Omítka vápenocementová	0,025	0,990	0,025
Lepidlo a stěrkoovací hmota	0,005	0,570	0,009
Tepelná izolace XPS 70	0,100	0,042	2,381
Armovací a lepicí tmel	0,010	0,220	0,045
Lícové pásy klinker	0,006	1,010	0,006
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	3,391	$[m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$, $\Sigma R=$	3,221
Součinitel prostupu tepla U:	0,296	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,296	\leq	0,30
Název konstrukce:	F18_škvárobetonová tvárnice+žb skelet+100_xps		
Popis	Stěna vnější obvodová, jednoplášťová		
$R_{si} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$	0,13		
$R_{se} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$	0,04		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) $[Wm^{-2} \cdot K^{-1}]$	0,30		
Vrstva	tl. d [m]	$\lambda [Wm^{-1}K^{-1}]$	$R [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Škvárobetonová tvárnice+žb skelet	0,500	0,630	0,794
Omítka vápenocementová	0,025	0,990	0,025
Lepidlo a stěrkoovací hmota	0,005	0,570	0,009
Tepelná izolace XPS 70	0,100	0,042	2,381
Armovací a lepicí tmel	0,010	0,220	0,045
Lícové pásy klinker	0,006	1,010	0,006
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	3,447	$[m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$, $\Sigma R=$	3,277
Součinitel prostupu tepla U:	0,290	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,290	\leq	0,30
Název konstrukce:	F20_škvárobetonová tvárnice+žb skelet+120 MV		
Popis	Stěna vnější obvodová, jednoplášťová		
$R_{si} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$	0,13		
$R_{se} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$	0,04		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) $[Wm^{-2} \cdot K^{-1}]$	0,30		
Vrstva	tl. d [m]	$\lambda [Wm^{-1}K^{-1}]$	$R [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Škvárobetonová tvárnice+žb skelet	0,350	0,610	0,574
Omítka vápenocementová	0,025	0,990	0,025
Lepidlo a stěrkoovací hmota	0,005	0,570	0,009
Tepelná izolace z minerální vlny	0,120	0,043	2,791
Baumit omítková stěrka	0,005	0,470	0,011
Baumit NanoporTop omítka	0,002	0,800	0,003
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	3,599	$[m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$, $\Sigma R=$	3,429
Součinitel prostupu tepla U:	0,278	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,278	\leq	0,30

Tabulka 2.2 Výpočet součinitele prostupu tepla 2

Název konstrukce:	S11_střecha_budova A_280 MV		
Popis	Střecha jednoplášťová		
R _{si} [m ² ·K·W ⁻¹]	0,10		
R _{se} [m ² ·K·W ⁻¹]	0,04		
U _{N,20} (dle ČSN 730540-2:2011) [Wm ⁻² ·K ⁻¹]	0,24		
Vrstva	Tl. d [m]	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	R [m ² ·K·W ⁻¹]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Železobeton	0,180	1,430	0,126
Strusková pemza	0,150	0,180	0,833
Plynosilikát	0,150	0,190	0,789
Potěr cementový	0,030	1,160	0,026
Tepelná izolace z minerální vlny	0,280	0,041	6,829
Folie PVC	0,002	0,160	0,013
Celkový tepelný odpor konstrukce R _T :	8,774	[m ² ·K·W ⁻¹], ΣR=	8,634
Součinitel prostupu tepla U:	0,114	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	
Posouzení: U ≤ U _{N,20} - VYHOVÍ	0,114	≤	0,24

Název konstrukce:	S12_střecha_budova C_280 MV		
Popis	Střecha jednoplášťová		
R _{si} [m ² ·K·W ⁻¹]	0,10		
R _{se} [m ² ·K·W ⁻¹]	0,04		
U _{N,20} (dle ČSN 730540-2:2011) [Wm ⁻² ·K ⁻¹]	0,24		
Vrstva	Tl. d [m]	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	R [m ² ·K·W ⁻¹]
Dřevěný záklop	0,020	0,130	0,154
Skelná vlna+dřevěné krokve	0,100	0,064	1,563
Dřevěné bednění	0,020	0,180	0,111
Tepelná izolace z minerální vlny	0,280	0,041	6,829
Folie PVC	0,002	0,160	0,013
Celkový tepelný odpor konstrukce R _T :	8,809	[m ² ·K·W ⁻¹], ΣR=	8,669
Součinitel prostupu tepla U:	0,114	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	
Posouzení: U ≤ U _{N,20} - VYHOVÍ	0,114	≤	0,24

Název konstrukce:	S13_střecha_budova B_280 MV		
Popis	Střecha jednoplášťová		
R _{si} [m ² ·K·W ⁻¹]	0,10		
R _{se} [m ² ·K·W ⁻¹]	0,04		
U _{N,20} (dle ČSN 730540-2:2011) [Wm ⁻² ·K ⁻¹]	0,24		
Vrstva	Tl. d [m]	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	R [m ² ·K·W ⁻¹]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Železobeton	0,180	1,430	0,126
Strusková pemza	0,150	0,180	0,833
Plynosilikát	0,150	0,190	0,789
Potěr cementový	0,030	1,160	0,026
Tepelná izolace z minerální vlny	0,280	0,041	6,829
Folie PVC	0,002	0,160	0,013
Celkový tepelný odpor konstrukce R _T :	8,774	[m ² ·K·W ⁻¹], ΣR=	8,634
Součinitel prostupu tepla U:	0,114	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	
Posouzení: U ≤ U _{N,20} - VYHOVÍ	0,114	≤	0,24

Tabulka 2.3 Výpočet součinitele prostupu tepla 3

Název konstrukce:	P02_Podlaha (strop vnitřní)		
Popis	1) Strop vnitřní do rozdílu teplot 5 °C 2) Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému pro.		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,10		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,10		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	2,20 (0,60)		
Vrstva	Tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
ŽB deska	0,180	1,430	0,126
Isover T-N	0,050	0,042	1,190
Betonová mazanina	0,060	1,160	0,052
Stavební tmel	0,005	0,220	0,023
Dlažba keramická	0,010	1,010	0,010
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	1,618	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R =$	1,418
Součinitel prostupu tepla U:	0,618	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - NEVYHOVÍ PRO 2)	0,618	\leq	2,20 (0,60)
Název konstrukce:	W01_Dělicí stěna_150		
Popis	1) Stěna vnitřní do rozdílu teplot 5 °C 2) Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému pro.		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	2,7 (0,60)		
Vrstva	Tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Ytong P2-500	0,150	0,135	1,071
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	1,365	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R =$	1,105
Součinitel prostupu tepla U:	0,732	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - NEVYHOVÍ PRO 2)	0,732	\leq	2,7 (0,60)
Název konstrukce:	W02_Dělicí stěna_150+ŽB SLOUP		
Popis	Stěna vnitřní do rozdílu teplot 5 °C		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	2,70		
Vrstva	Tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Ytong P2-500	0,150	0,135	1,071
ŽB Sloup	0,400	1,740	0,230
Ytong P2-500	0,150	0,135	1,071
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	2,666	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R =$	2,406
Součinitel prostupu tepla U:	0,376	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,376	\leq	2,70

Tabulka 2.4 Výpočet součinitele prostupu tepla 4

Název konstrukce:	W03_Dělicí stěna_150		
Popis	Stěna vnitřní do rozdílu teplot 5 °C		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	2,70		
Vrstva	tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Pórobeton	0,150	0,170	0,882
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	1,177	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R =$ 0,917	
Součinitel prostupu tepla U:	0,850	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,850	≤	2,70

Název konstrukce:	W04_Dělicí stěna_100		
Popis	Stěna vnitřní do rozdílu teplot 5 °C		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	2,70		
Vrstva	tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Ytong P2-500	0,100	0,135	0,741
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	1,035	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R =$ 0,775	
Součinitel prostupu tepla U:	0,986	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,986	≤	2,70

Název konstrukce:	SN01_Vnitřní dělicí stěna		
Popis	1) Stěna vnitřní do rozdílu teplot 5 °C 2) Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému pro.		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	2,7 (0,60)		
Vrstva	tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Pórobeton	0,300	0,115	2,609
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	2,903	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R =$ 2,643	
Součinitel prostupu tepla U:	0,346	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,346	≤	2,7 (0,60)

Název konstrukce:	SN02_Vnitřní nosná stěna		
Popis	Stěna vnitřní do rozdílu teplot 5 °C		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	2,70		
Vrstva	tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Pórobeton	0,300	0,115	2,609
Tepelná izolace - stav. vata	0,100	0,052	1,923
Škvárobetonová tvárnice	0,350	0,530	0,660
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	5,487	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R =$ 5,227	
Součinitel prostupu tepla U:	0,182	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,182	≤	2,70

Tabulka 2.5 Výpočet součinitele prostupu tepla 5

Název konstrukce:	škvárobetonová tvárnice+žb skelet_zemina		
Popis	Stěna vnější obvodová, jednoplášťová		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,00		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	0,45		
Vrstva	Tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Škvárobetonová tvárnice+žb skelet	0,600	0,700	0,857
Stávající hydroizolace	0,003	0,000	0,000
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	1,004	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R=$	0,874
Součinitel prostupu tepla U:	0,996	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,996	\leq	0,45
Název konstrukce:	F17_škvárobetonová tvárnice+žb skelet+100_xps_zemina		
Popis	Stěna vnější obvodová, jednoplášťová		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,13		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,00		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	0,45		
Vrstva	Tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Jádrová omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
Škvárobetonová tvárnice+žb skelet	0,450	0,610	0,738
Omítka vápenocementová	0,025	0,990	0,025
Lepidlo a stěrkoovací hmota	0,005	0,570	0,009
Tepelná izolace XPS 70	0,100	0,042	2,381
Hydroizolace	0,001	0,160	0,006
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	3,306	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R=$	3,176
Součinitel prostupu tepla U:	0,302	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,302	\leq	0,45
Název konstrukce:	P01_Podlaha na zemině		
Popis	Stěna vnější obvodová, jednoplášťová		
R_{si} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,17		
R_{se} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,00		
$U_{N,20}$ (dle ČSN 730540-2:2011) [$Wm^{-2} \cdot K^{-1}$]	0,45		
Vrstva	Tl. d [m]	λ [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Dlažba keramická	0,010	1,010	0,010
Stavební tmel	0,003	0,220	0,014
Betonová mazanina	0,060	1,160	0,052
Isover EPS 100Z	0,100	0,039	2,564
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T :	2,809	[$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$], $\Sigma R=$	2,639
Součinitel prostupu tepla U:	0,356	[$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	
Posouzení: $U \leq U_{N,20}$ - VYHOVÍ	0,356	\leq	0,45

Tabulka 2.6 Výpočet součinitele prostupu tepla 6

Ekvivalentní součinitel prostupu tepla podlahy na terénu dle ČSN EN 12831 [12]

- Charakteristický parametr:

$$B' = \frac{A_g}{0,5P} = \frac{786,7}{0,5 \cdot 154,3} = 10,2 \quad [m] \quad (1.5)$$

kde: A_g - je plocha uvalované podlahové konstrukce [m^2]
 P - obvod podlahové konstrukce [m]

Dle tabulky číslo 5 v ČSN EN 12831 [12] byl určen ekvivalentní součinitel prostupu tepla $U_{\text{equiv}} = 0,19 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$.

Přehled součinitele prostupu tepla obálky budovy		
Označení konstrukce	U [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]	U _{N,20} [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]
F11_plynosilikát+žb skelet+100 MV	0,27	0,30
F13_škvárobetonová tvárnice+120 MV	0,27	0,30
F14_plynosilikát+žb skelet+100 MV	0,25	0,30
F17_škvárobetonová tvárnice+žb skelet+100_xps	0,30	0,30
F17_škvárobetonová tvárnice+žb skelet+100_xps_zemina	0,30	0,45
F18_škvárobetonová tvárnice+žb skelet+100_xps	0,29	0,30
F20_škvárobetonová tvárnice+žb skelet+120 MV	0,28	0,30
S11_střecha_budova A_280 MV	0,11	0,24
S12_střecha_budova C_280 MV	0,11	0,24
S13_střecha_budova B_280 MV	0,11	0,24
škvárobetonová tvárnice+žb skelet_zemina	1,00	0,45
Plastové okno s izolačním dvojsklem	1,20	1,50
Vstupní dveře plastové	1,30	1,70
Vstupní dveře plastové dvoukřídlé	1,40	1,70
Vstupní dveře plastové_posuvné	1,40	1,70
P01_Podlaha na zemině	0,36	0,45
P01_Podlaha na zemině - U _{equiv}	0,19	
Přehled součinitele prostupu tepla vnitřní konstrukce		
Označení konstrukce	U [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]	U _{N,20} [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]
P02_Podlaha (strop vnitřní)	0,62	2,20 (0,60)
W01_Dělicí stěna_150	0,73	2,7 (0,60)
W02_Dělicí stěna_150+ŽB SLOUP	0,38	2,70
W03_Dělicí stěna_150	0,85	2,70
W04_Dělicí stěna_100	0,99	2,70
SN01_Vnitřní dělicí stěna	0,35	2,7 (0,60)
SN02_Vnitřní nosná stěna	0,18	2,70
D01_Vnitřní dveře dřevěné	2,00	-
D02_Vnitřní plastové dveře vnitřní	2,00	-
D03_Vnitřní dveře dřevěné se sklem	3,50	-
Dveře do výtahu	5,65	3,50
Luxfery_vnitřní	2,40	-
Vnitřní okno	2,00	-

Tabulka 2.7 Přehled součinitele prostupu tepla obálky budovy a vnitřní konstrukce

2.2 Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla

- Průměrný součinitel prostupu tepla:

$$U_{em} = \frac{\Sigma(A_i \cdot U_i \cdot b_i) + (\Sigma A_i \cdot \Delta U)}{\Sigma A_i} \quad [Wm^{-2}K^{-1}] \quad (1.6)$$

kde:

- A_i - je plocha dané konstrukce obálky budovy [m^2]
- U_i - skutečný součinitel prostupu tepla dané konstrukce obálky budovy [$Wm^{-2}K^{-1}$]
- b_i - je teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi venkovní teplotou a teplotou nevytápěného prostoru (případně vytápěného na jinou teplotu) [-]
- ΔU - je korekční součinitel prostupu tepla zahrnující vliv tepelných mostů, volí se dle odhadu kvality provedení detailů dle ČSN 73 0540-2 [11]) [$Wm^{-2}K^{-1}$]

- Teplotní redukční činitel:

$$b_i = \frac{\theta_{int,i} - \theta_i}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-] \quad (1.7)$$

kde:

- $\theta_{int,i}$ - je vnitřní teplota vytápěného prostoru (i) [$^{\circ}C$]
- θ_e - je návrhová venkovní (e) teplota vzduchu [$^{\circ}C$]
- θ_i - je návrhová teplota nevytápěného prostoru (vytápěného na jinou teplotu) [$^{\circ}C$]

- Dle ČSN 73 0540-2 [11] musí průměrný součinitel prostupu tepla splňovat podmínku:

$$U_{em} \leq U_{em,N} = \frac{\Sigma(A_i \cdot U_{i,N} \cdot b_i) + (\Sigma A_i \cdot 0,02)}{\Sigma A_i} \quad [Wm^{-2}K^{-1}] \quad (1.8)$$

kde:

- $U_{i,N}$ - je normový, požadovaný součinitel prostupu tepla dané konstrukce obálky budovy [$Wm^{-2}K^{-1}$]

Výpočet a posouzení obálky budovy z hlediska průměrného součinitele prostupu tepla bylo provedeno pomocí výpočetního softwaru Ztráty 2017 SVOBODA SOFTWARE.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE ČSN 730540-2 (2011)

Název úlohy: Poliklinika Hlučín

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy V: 13393,5 m³
Plocha ohraničujících konstrukcí A: 4044,1 m²
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{int}: 20,0 C
Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (čl. 5.3)

Požadavek:

max. prům. souč. prostupu tepla $U_{em,N}$ = 0,43 W/m²K

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = 0,35 W/m²K

$U_{em} < U_{em,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Klasifikační třída prostupu tepla obálkou budovy (čl. C.2)

Klasifikační třída: C
Slovní popis: vyhovující
Klasifikační ukazatel C_I: 0,8

Ztráty 2017, (c) 2017 Svoboda Software

Tabulka 2.8 Vyhodnocení a posouzení průměrného součinitele prostupu tepla

3 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

3.1 Tepelný výkon pro pokrytí tepelných ztrát

3.1.1 Obecný postup

Výpočet tepelných ztrát jednotlivých vytápěných místností byl proveden dle ČSN EN 12831 [12] za předpokladu rovnoměrného rozložení teplot, ustáleného stavu teplot a vlastností stavebních konstrukcí. Výpočet byl proveden pomocí softwaru Ztráty 2017 SVOBODA SOFTWARE. Obecný postup pro stanovení potřebného výkonu pro pokrytí tepelných ztrát:

- Celkový tepelný výkon pro vytápění:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad [W] \quad (1.9)$$

kde: $\Phi_{T,i}$ - je návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru (i) [W]
 $\Phi_{V,i}$ - je návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru (i) [W]
 $\Phi_{RH,i}$ - zátopový tepelný výkon požadovaný pro vyrovnání účinků přerušovaného vytápění vytápěného prostoru (i) [W]

- Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla:

$$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W] \quad (1.10)$$

kde: $H_{T,i}$ - je celková měrná tepelná ztráta prostupem vytápěného prostoru (i) [$W \cdot K^{-1}$]
 $\theta_{int,i}$ - je vnitřní teplota vytápěného prostoru (i) [$^{\circ}C$]
 θ_e - je návrhová venkovního prostoru (e) [$^{\circ}C$]

- Celková měrná tepelná ztráta prostupem vytápěného prostoru:

$$H_{Ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig} \quad [W \cdot K^{-1}] \quad (1.11)$$

kde: $H_{T,ie}$ - je součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) pláštěm budovy [$W \cdot K^{-1}$]
 $H_{T,iue}$ - je součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) nevytápěným prostorem (u) [$W \cdot K^{-1}$]
 $H_{T,ij}$ - je součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do sousedního prostoru (j) vytápěného na jinou teplotu, než je teplota interiéru (i) [$W \cdot K^{-1}$]
 $H_{T,ig}$ - je součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g) [$W \cdot K^{-1}$]

- Součinitel tepelné ztráty prostupem do venkovního prostředí:

$$H_{T,ie} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k) \quad [W \cdot K^{-1}] \quad (1.12)$$

kde: A_k - je plocha konstrukce stavební části (k) [m^2], u které dochází k prostupu tepla do venkovního prostředí

U_{kc} - je korigovaný součinitel prostupu tepla stavební části (k) [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
 e_k - je korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům (uvažováno 1,0) [-]

- Korigovaný součinitel prostupu tepla:

$$U_{kc} = U_k + \Delta U \quad [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}] \quad (1.13)$$

kde: U_k - je součinitel prostupu tepla konstrukce stavební části (k) [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
 ΔU - je korekční součinitel prostupu tepla zahrnující vliv tepelných mostů dle druhu stavební části [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]

- Součinitel tepelné ztráty prostupem do venkovního prostředí nevytápěným prostorem:

$$H_{T,iue} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u) \quad [W \cdot K^{-1}] \quad (1.14)$$

kde: b_u - je teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní návrhové teploty [-]

- Teplotní redukční činitel b_u :

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-] \quad (1.15)$$

kde: θ_u - je návrhová teplota v nevytápěném prostoru [$^{\circ}C$]

- Součinitel tepelné ztráty prostupem do sousedního prostředí:

$$H_{T,ij} = \Sigma(f_j \cdot A_k \cdot U_k) \quad [W \cdot K^{-1}] \quad (1.16)$$

kde: f_j - je redukční teplotní činitel, který koriguje teplotní rozdíl mezi teplotou sousedního prostoru a teplotou venkovního prostoru [-]

- Redukční teplotní činitel f_j :

$$f_j = \frac{\theta_{int,i} - \theta_j}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-] \quad (1.17)$$

kde: θ_j - je teplota sousedního prostoru [$^{\circ}C$]

- Součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2} \cdot \Sigma(A_k \cdot U_{equiv,k}) \quad [W \cdot K^{-1}] \quad (1.18)$$

kde: f_{g1} - je korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty [-]
 G_w - je korekční činitel zohledňující vliv spodní vody (uvažováno 1,0, jiná hodnota v případě, že je vzdálenost mezi vodní hladinou spodní vody a úrovní podlahy na zemině menší než 1 [m]) [-]
 f_{g2} - teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou [-]

$U_{\text{equiv},k}$ - je ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce stavební části (k)
stanovený pro daný typ podlahy dle tab. 4 z ČSN EN 12831 [12], $[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$

- Teplotní redukční činitel f_{g2} :

$$f_{g2} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{m},e}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} \quad [-] \quad (1.19)$$

kde: $\theta_{\text{m},e}$ - je roční průměrná venkovní teplota $[^{\circ}\text{C}]$

- Návrhová tepelná ztráta větráním:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \quad [\text{W}] \quad (1.20)$$

kde: $H_{V,i}$ - je součinitel návrhové tepelné ztráty větráním $[\text{W} \cdot \text{K}^{-1}]$

- Součinitel návrhové tepelné ztráty větráním:

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (1.21)$$

kde: V_i - je výměna vzduchu ve vytápěném prostoru $[\text{m}^3\text{h}^{-1}]$

- Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru:

$$V_i = V_{\text{inf},i} + V_{\text{su},i} \cdot f_{v,i} + V_{\text{mech,inf},i} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (1.22)$$

kde: $V_{\text{inf},i}$ - je množství vzduchu infiltrací ve vytápěném prostoru (i) $[\text{m}^3\text{h}^{-1}]$
 $V_{\text{su},i}$ - je množství nuceně přiváděného vzduchu do vytápěného prostoru (i) $[\text{m}^3\text{h}^{-1}]$
 $V_{\text{mech,inf},i}$ - je rozdíl mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem z vytápěné místnosti (i) $[\text{m}^3\text{h}^{-1}]$
 $f_{v,i}$ - je teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi teplotou vzduchu ve vytápěném prostoru (i) a teplotou nuceně přiváděného vzduchu $[-]$

- Teplotní redukční činitel $f_{v,i}$:

$$f_{v,i} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{su},i}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} \quad [-] \quad (1.23)$$

kde: $\theta_{\text{su},i}$ - je teplota nuceně přiváděného vzduchu do vytápěného prostoru (i) $[^{\circ}\text{C}]$

- Množství vzduchu infiltrací:

$$V_{\text{inf},i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (1.24)$$

kde: V_m - je objem místnosti $[\text{m}^3]$
 n_{50} - je intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaků 50 [Pa] mezi vnějším a vnitřním prostředím $[\text{h}^{-1}]$
 e_i - je stínící činitel $[-]$

ϵ_i - je výškový korekční činitel zohledňující zvýšení rychlosti proudění vzduchu s výškou prostoru nad povrchem země [-]

- Tepelný zátopový výkon:

$$\Phi_{RH,i} = A_i + f_{RH} \quad [W] \quad (1.25)$$

kde: A_i - podlahová plocha vytápěného prostoru (i) [m²]
 f_{RH} - korekční součinitel dle doby zátopu a předpokládanému poklesu vnitřní teploty [W·m⁻²]

3.1.2 Výpočet potřebného tepelného výkonu pro pokrytí tepelných ztrát

Výpočet byl proveden po jednotlivých místnostech pomocí softwaru Ztráty 2017 SVOBODA SOFTWARE. Podrobný výpočet je uveden pouze pro libovolně vybrané místnosti z důvodu velkého rozsahu. Výsledky pro všechny ostatní místnosti jsou dále uvedeny v následujících souhrnných tabulkách.

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY		
Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL	152.975 kW	100.0 %
Součet tep. ztrát prostupem Fi,T	46.360 kW	30.3 %
Součet tep. ztrát větráním Fi,V	72.434 kW	47.4 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	34.181 kW	22.3 %

Tabulka 3.1 Celkové tepelné ztráty budovy

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1.PP
Číslo místnosti :	12	Název místnosti :	1P12_ŠATNA
Půd. plocha A :	16.2 m ²	Objem vzduchu V :	51.7 m ³
Exp. obvod P :	17.3 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Pokles T _i :	2.0 C	Trvání zátoku :	3.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n ₅₀ :	5.0 1/h	Činitele e + epsilon :	0.02 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	U _{eq}	H,T
Plastové okno s izolační	1.4	1.20	e = 1.00	0.02	-----	1.65 W/K
F17_škvárobetonová tvárn	2.4	0.30	e = 1.00	0.02	-----	0.76 W/K
Podlaha na zemině_Uekv 1	16.2	0.19	Gw= 1.00	-----	0.08	0.62 W/K
F17_škvárobetonová tvárn	0.6	0.30	Gw= 1.00	-----	0.24	0.07 W/K
škvárobetonová tvárnice+	4.3	1.00	Gw= 1.00	-----	0.57	1.18 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď číselný tepelný redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), U_{eq} je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární číselný číselník prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 210 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 149 W, tj. 0.3 % z celkové ztráty prostupem
 Ztráta větráním F_{i,V} : 308 W, tj. 0.4 % z celkové ztráty větráním
 Ztráta celková F_{i,HL} : 667 W, tj. 0.4 % z celkové ztráty budovy

Tabulka 3.2 Podrobný výpočet tepelné ztráty pro místnost 1P12

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	106	Název místnosti :	1N06_LÉKAŘ GYNEKOLOGIE
Půd. plocha A :	22.1 m ²	Objem vzduchu V :	65.9 m ³
Exp. obvod P :	19.3 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	24.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Pokles T _i :	2.0 C	Trvání zátoku :	3.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.8 1/h
Výměna n ₅₀ :	5.0 1/h	Činitele e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	U _{eq}	H,T
Plastové okno s izolační	2.7	1.20	e = 1.00	0.02	-----	3.29 W/K
Plastové okno s izolační	2.7	1.20	e = 1.00	0.02	-----	3.29 W/K
F11_plynosilikát+žb skel	5.9	0.27	e = 1.00	0.02	-----	1.70 W/K
P02_Podlaha (strop)	3.9	0.62	f,i = 0.23	0.00	-----	0.56 W/K
W01_Dělicí stěna_150	11.3	0.73	f,i = 0.10	0.00	-----	0.84 W/K
P02_Podlaha (strop)	11.1	0.62	f,i = 0.10	0.00	-----	0.71 W/K
P02_Podlaha (strop)	7.8	0.62	f,i = 0.10	0.00	-----	0.49 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď číselný tepelný redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), U_{eq} je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární číselník prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 287 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.76 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 425 W, tj. 0.9 % z celkové ztráty prostupem
 Ztráta větráním F_{i,V} : 664 W, tj. 0.9 % z celkové ztráty větráním
 Ztráta celková F_{i,HL} : 1376 W, tj. 0.9 % z celkové ztráty budovy

Tabulka 3.3 Podrobný výpočet tepelné ztráty pro místnost 1N06

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	5	Název podlaží :	4.NP
Číslo místnosti :	404	Název místnosti :	4N04_LABORATOŘ
Půd. plocha A :	11.7 m ²	Objem vzduchu V :	35.0 m ³
Exp. obvod P :	15.9 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Pokles T _i :	2.0 C	Trvání zátoku :	3.0 h
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu V _{su} :	75.0 m ³ /h
Odvod V _{ex} :	75.0 m ³ /h	Teplota větr. vzduchu :	20.0 C
Výměna n ₅₀ :	2.0 1/h	Činitele e + epsilon :	0.02 + 1.20

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	U _{eq}	H,T	
Plastové okno s izolační	2.7	1.20	e = 1.00	0.02	-----	3.29 W/K	
F11_plynosilikát+žb skel	4.0	0.27	e = 1.00	0.02	-----	1.17 W/K	
S11_střecha_budova A_280	11.7	0.11	e = 1.00	0.02	-----	-----	1.52 W/K
P02_Podlaha (strop)	11.7	0.62	f _i = -0.14	0.00	-----	-1.04 W/K	

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m², U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m²K), U_{eq} je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m²K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 152 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.10 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 173 W, tj. 0.4 % z celkové ztráty prostupem
Ztráta větráním F_{i,V} : 40 W, tj. 0.1 % z celkové ztráty větráním
Ztráta celková F_{i,HL} : 365 W, tj. 0.2 % z celkové ztráty budovy

Tabulka 3.4 Podrobný výpočet tepelné ztráty pro místnost 4N04

PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH HODNOCENÝCH MÍSTNOSTÍ							
Označ. místnosti a název		Teplota	Podlah. plocha	Objem vzduchu	Celk. ztráta	% z celk.	Podíl $\Phi_{iHL}/(T_i - T_e)$
		T_i [°C]	A_f [m ²]	V [m ³]	Φ_{iHL} [W]	Φ_{iHL}	[W/K]
1	1P01_REHABI	24	26,1	77,9	905,0	0,60%	23,20
2	1P02_REHABI	24	17,6	52,5	684,0	0,50%	17,55
3	1P03_CHODBA	18	8,4	25,2	123,0	0,10%	3,71
5	1P05_REHABI	24	29,4	87,8	789,0	0,50%	20,23
6	1P06_REHABI	24	23,9	71,2	711,0	0,50%	18,23
7	1P07_REHABI	20	6,8	20,5	23,0	0,00%	0,66
8	1P08_REHABI	20	3,7	11,0	67,0	0,00%	1,91
9	1P09_REHABI	20	19,6	58,5	245,0	0,20%	7,01
10	1P10_CHODBA	20	11,6	34,7	73,0	0,00%	2,10
11	1P11_ARCHÍV	20	16,1	48,2	644,0	0,40%	18,40
12	1P12_ŠATNA	20	16,2	51,7	667,0	0,40%	19,06
13	1P13_ARCHÍV	20	16,6	49,6	591,0	0,40%	16,87
14	1P14_ČEKÁRN	20	27,4	81,8	-67,0	0,00%	-1,91
15	1P15_ŠATNA	20	5,8	17,5	96,0	0,10%	2,73
16	1P16_WC+SPR	24	10,8	32,2	587,0	0,40%	15,05
17	1P17_ÚKLID,	15	3,7	11,0	-81,0	-0,10%	-2,69
18	1P18_ÚDRŽBA	20	18,6	55,4	1132,0	0,70%	32,35
19	1P19_ÚDRŽBA	20	9,1	27,3	556,0	0,40%	15,90
20	1P20_TECHNI	15	36,0	107,4	1401,0	2,10%	108,46
21	1P21_ÚDRŽBA	15	18,5	55,3	169,0	0,10%	5,65
22	1P22_ZÁZEMÍ	20	23,8	70,9	1698,0	1,10%	48,52
23	1P23_PRODEJ	20	62,2	185,6	3312,0	2,20%	94,64
24	1P24_CHODBA	18	9,9	29,7	337,0	0,20%	10,22
25	1P25_CHODBA	20	38,5	114,9	90,0	0,10%	2,56
26	1P25_SCHODI	20	35,0	104,4	56,0	0,00%	1,61
27	1P27_TŘÍDIR	20	12,2	36,5	898,0	0,60%	25,66
28	1P28_SUŠÁRN	22	19,0	56,6	1353,0	0,90%	36,56
29	1P29_PRÁDEL	22	23,1	69,0	1145,0	0,80%	30,94
30	1P30_ŠATNA	22	13,4	40,3	1085,0	0,70%	29,33
31	1P31_CHODBA	20	7,5	22,4	106,0	0,10%	3,04
32	1P32_WC+SPR	24	5,0	14,9	498,0	0,30%	12,77
33	1P33_SCHODI	15	14,0	41,7	351,0	0,20%	11,70
34	1P34_WC ŽEN	20	4,0	12,0	99,0	0,10%	2,83
36	1P36_ÚDRŽBA	24	9,5	28,4	740,0	0,50%	18,96
37	1P37_WC MUŽ	20	3,7	10,1	93,0	0,10%	2,66

Tabulka 3.5 Tepelné ztráty jednotlivých místnosti 1

PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH HODNOCENÝCH MÍSTNOSTÍ							
Označ. místnosti a název		Teplota	Podlah. plocha	Objem vzduchu	Celk. ztráta	% z celk.	Podíl $\Phi_{iHL}/(T_i - T_e)$
		T _i [C]	A _f [m²]	V [m³]	Φ_{iHL} [W]	Φ_{iHL}	[W/K]
101	1N01_PRODEJ	20	54,7	163,2	3046,0	2,00%	87,02
102	1N02_ZÁZEMÍ	20	20,9	62,3	1457,0	1,00%	41,63
103	1N03_TELEFO	20	8,6	25,8	561,0	0,40%	16,03
104	1N04_ČEKÁRN	20	51,8	154,6	1130,0	0,70%	32,29
105	1N05_SESTER	24	33,7	100,5	2390,0	1,60%	61,28
106	1N06_LÉKAŘ	24	22,1	65,9	1376,0	0,90%	35,27
107	1N07_LÉKAŘ	24	21,4	63,8	1412,0	0,90%	36,20
108	1N08_SESTRA	24	25,1	74,9	1733,0	1,10%	44,44
109	1N09_SKLAD	20	8,1	24,1	105,0	0,10%	2,99
110	1N10_WC ZAM	20	11,2	33,4	-19,0	0,00%	-0,54
111	1N11_PRODEJ	20	21,0	62,6	620,0	0,40%	17,72
112	1N12_VESTIB	20	84,6	252,5	3928,0	2,60%	112,24
113	1N13_LÉKÁRN	20	40,1	119,8	2760,0	1,80%	78,85
114	1N14_ZÁZEMÍ	20	14,6	43,5	1306,0	0,90%	37,30
115	1N15_PŘÍPRA	20	16,3	48,7	1178,0	0,80%	33,65
116	1N16_PŘÍPRA	20	8,4	25,0	882,0	0,60%	25,20
117	1N17_ŠATNA	20	14,8	44,2	982,0	0,60%	28,05
118	1N18_SKLAD	20	18,8	56,1	-32,0	0,00%	-0,92
119	1N19_CHODBA	20	16,9	50,4	159,0	0,10%	4,53
120	1N20_PŘÍJEM	18	10,4	31,2	1087,0	0,70%	32,95
121	1N21_IZOLAC	22	11,7	35,0	1330,0	0,90%	35,96
122	1N22_LOGOPE	22	13,1	39,3	1546,0	1,00%	41,79
123	1N23_ČEKÁRN	20	8,1	24,1	406,0	0,30%	11,60
124	1N24_ZÁZEMÍ	20	7,5	22,3	538,0	0,40%	15,38
125	1N25_ČEKÁRN	20	14,8	44,1	157,0	0,10%	4,48
126	1N26_SESTRA	20	21,9	65,3	1441,0	0,90%	41,17
127	1N27_LÉKAŘ	22	21,0	62,8	1398,0	0,90%	37,78
128	1N28_VESTIB	18	9,0	26,8	417,0	0,30%	12,64
129	1N29_WC+SPR	24	17,5	52,3	1131,0	0,70%	28,99
130	1N30_DENNÍ	20	22,5	67,0	906,0	0,60%	25,87
131	1N31_ČEKÁRN	20	33,8	100,9	1200,0	0,80%	34,28
132	1N32_ČEKÁRN	20	16,9	50,5	410,0	0,30%	11,71
133	1N33_LÉKAŘ	24	15,9	47,3	1324,0	0,90%	33,94
134	1N34_SESTRA	20	26,4	78,7	1623,0	1,10%	46,36
135	1N35_LÉKAŘ	24	20,1	60,0	1488,0	1,00%	38,15
136	1N36_ČEKÁRN	20	8,2	24,5	1474,0	1,00%	42,12
137	1N37_SESTRA	20	12,7	37,8	818,0	0,50%	23,36
138	1N38_LÉKAŘ	22	9,9	29,5	1085,0	0,70%	29,31
139	1N39_SCHODI	15	15,1	45,2	1012,0	0,70%	33,73
140	1N40_SCHODI	20	35,2	51,1	86,0	0,10%	2,46
141	1N41_WC GYN	20	12,0	35,9	28,0	0,00%	0,81
142	1N42_WC	20	2,8	8,3	150,0	0,10%	4,28
143	1N43_ČEKÁRN	20	8,4	25,1	329,0	0,20%	9,39
144	1N44_CHODBA	20	4,9	14,5	68,0	0,00%	1,93
145	1N45_CHODBA	20	9,7	29,0	34,0	0,00%	0,97
147	1N47_WC	20	3,8	11,3	-6,0	0,00%	-0,17
148	1N48_WC	20	2,5	7,3	47,0	0,00%	1,33
149	1N49_WC LÉK	20	5,8	17,3	11,0	0,00%	0,31

Tabulka 3.6 Tepelné ztráty jednotlivých místností 2

PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH HODNOCENÝCH MÍSTNOSTÍ							
Označ. místnosti a název		Teploata	Podlah. plocha	Objem vzduchu	Celk. ztráta	% z celk.	Podíl $\Phi_{iHL}/(T_i - T_e)$
		T_i [C]	A_f [m ²]	V [m ³]	Φ_{iHL} [W]	Φ_{iHL}	[W/K]
201	2N01_ZÁZEMÍ	20	12,0	34,9	743,0	0,50%	21,22
202	2N02_SESTRA	20	20,6	57,5	1075,0	0,70%	30,73
203	2N03_LÉKAŘ	22	21,5	64,3	1271,0	0,80%	34,34
204	2N04_ZÁZEMÍ	20	11,4	33,9	693,0	0,50%	19,81
205	2N05_LÉKAŘ	24	21,4	64,0	1482,0	1,00%	38,01
206	2N06_SESTRA	20	11,7	35,0	801,0	0,50%	22,89
207	2N07_SESTRA	20	11,7	34,9	812,0	0,50%	23,19
208	2N08_LÉKAŘ	24	21,3	63,6	1604,0	1,00%	41,14
209	2N09_ČEKÁRN	20	39,4	117,7	951,0	0,60%	27,17
210	2N10_ČEKÁRN	20	36,9	110,2	949,0	0,60%	27,10
211	2N11_SESTRA	20	14,0	41,8	906,0	0,60%	25,89
212	2N12_LÉKAŘ	24	17,6	52,4	1453,0	0,90%	37,25
213	2N13_ČEKÁRN	24	18,9	56,5	816,0	0,50%	20,93
214	LÉKAŘ OBVOD	24	21,5	64,3	1601,0	1,10%	41,05
215	2N15_SESTRA	20	21,3	63,6	1593,0	1,00%	45,52
216	2N16_LÉKAŘ	24	21,2	63,3	1423,0	0,90%	36,48
217	2N17_SESTRA	20	21,2	63,3	943,0	0,60%	26,95
218	2N18_LÉKAŘ	24	11,5	34,5	916,0	0,60%	23,50
219	2N19_LÉKAŘ	24	11,5	34,5	969,0	0,60%	24,85
220	2N20_SESTRA	20	21,5	64,3	1148,0	0,80%	32,81
221	2N21_ČEKÁRN	20	57,6	171,9	1316,0	0,90%	37,60
222	2N22_SESTRA	20	9,2	27,4	840,0	0,60%	24,01
223	2N23_LÉKAŘ	22	23,6	70,5	1315,0	0,90%	35,55
224	2N24_SESTRA	20	9,9	29,5	897,0	0,60%	25,64
225	2N25_VYŠETŘ	24	18,6	55,5	1585,0	1,00%	40,64
226	2N26_CVIČEN	24	28,7	85,7	2540,0	1,70%	65,12
227	2N27_WC	20	7,6	22,6	1024,0	0,70%	29,26
228	2N28_ŠATNA	20	15,2	45,3	1569,0	1,00%	44,82
229	2N29_ČEKÁRN	20	21,3	63,6	2544,0	1,70%	72,69
230	2N30_SCHODI	20	35,2	51,1	39,0	0,00%	1,10
231	2N31_WC ŽEN	20	15,9	47,4	1,0	0,00%	0,04
232	2N32_SCHODI	15	15,1	45,2	1086,0	0,70%	36,20
233	2N33_WC PER	20	11,5	34,2	8,0	0,00%	0,22
235	235_WC ŽENY	20	4,3	12,8	28,0	0,00%	0,81

Tabulka 3.7 Tepelné ztráty jednotlivých místností 3

PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH HODNOCENÝCH MÍSTNOSTÍ							
Označ. místnosti a název		Teplota	Podlah. plocha	Objem vzduchu	Celk. ztráta	% z celk.	Podíl $\Phi_{iHL}/(T_i - T_e)$
		T_i [C]	A_f [m ²]	V [m ³]	Φ_{iHL} [W]	Φ_{iHL}	[W/K]
301	3N01_SÁDROV	24	14,0	41,7	565,0	0,40%	14,50
302	3N02_SESTRA	20	14,2	42,5	365,0	0,20%	10,42
303	3N03_ŠATNA	24	12,3	36,6	570,0	0,40%	14,61
304	3N04_ORDINA	24	21,1	63,0	822,0	0,50%	21,08
305	3N05_OPERAČ	25	21,5	63,3	998,0	0,70%	24,94
306	3N06_CHODBA	20	11,4	34,1	-87,0	-0,10%	-2,49
307	3N07_ZÁZEMÍ	20	10,0	29,9	380,0	0,30%	10,87
308	3N08_ORDINA	24	23,5	70,3	909,0	0,60%	23,30
309	3N09_SESTRA	20	8,2	24,4	-5,0	0,00%	-0,15
310	3N10_ORDINA	24	12,7	38,0	1238,0	0,80%	31,74
311	3N11_SÁDROV	24	11,6	34,7	1179,0	0,80%	30,22
312	3N12_ŠATNA	24	5,3	15,9	383,0	0,30%	9,83
313	3N13_ČEKÁRN	20	40,2	119,9	831,0	0,50%	23,74
314	3N14_ČEKÁRN	20	15,8	47,3	-16,0	0,00%	-0,45
315	3N15_ZÁZEMÍ	20	14,0	41,8	1010,0	0,70%	28,85
316	3N16_ORDINA	22	17,6	52,4	1264,0	0,80%	34,17
317	3N17_ORDINA	22	25,7	76,7	1467,0	1,00%	39,65
318	3N18_ZÁZEMÍ	20	19,2	57,3	1559,0	1,00%	44,55
319	3N19_SESTRA	20	13,4	40,1	803,0	0,50%	22,93
320	3N20_RDF	24	39,3	117,4	2517,0	1,70%	64,55
321	3N21_RDG	20	6,8	20,5	445,0	0,30%	12,70
322	3N22_ARCHIV	20	4,9	14,7	-10,0	0,00%	-0,29
323	3N23_LÉKAŘ	24	21,3	63,6	1663,0	1,10%	42,64
324	3N24_ČEKÁRN	20	67,3	200,9	1618,0	1,10%	46,23
325	3N25_SONO	24	23,0	68,5	1398,0	0,90%	35,85
326	3N26_WC ŽEN	20	15,9	47,4	7,0	0,00%	0,20
327	3N27_SCHODI	20	35,2	105,1	88,0	0,10%	2,51
328	3N28_WC PER	20	11,5	34,2	34,0	0,00%	0,97
330	3N30_ŽENY+M	20	7,1	21,3	33,0	0,00%	0,93

Tabulka 3.8 Tepelné ztráty jednotlivých místností 4

PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH HODNOCENÝCH MÍSTNOSTÍ							
Označ. místnosti a název		Teplota	Podlah. plocha	Objem vzduchu	Celk. ztráta	% z celk.	Podíl $\Phi_{iHL}/(T_i - T_e)$
		T_i [C]	A_f [m ²]	V [m ³]	Φ_{iHL} [W]	Φ_{iHL}	[W/K]
401	4N01_SKLAD	18	12,3	36,5	412,0	0,30%	12,48
402	4N02_ŠATNA	20	11,6	34,5	524,0	0,30%	14,97
403	4N03_VELENÍ	20	9,0	26,9	145,0	0,10%	4,15
404	4N04_LABORA	20	11,7	35,0	365,0	0,20%	10,44
405	4N05_LABORA	20	46,5	138,7	1458,0	1,00%	41,66
406	4N06_SESTRA	20	18,0	53,6	1081,0	0,70%	30,89
407	4N07_LÉKAŘ	24	23,8	71,0	1763,0	1,20%	45,22
408	4N08_CHODBA	20	37,5	111,9	928,0	0,60%	26,50
409	4N09_ČEKÁRN	20	38,8	116,0	859,0	0,60%	24,53
410	4N10_LÉKAŘ	24	21,3	63,4	1602,0	1,10%	41,07
411	4N11_ZÁZEMÍ	20	10,3	30,8	876,0	0,60%	25,03
412	4N12_SESTRA	20	18,9	56,5	1248,0	0,80%	35,66
413	4N13_LÉKAŘ	24	21,0	62,7	1519,0	1,00%	43,40
414	4N14_SESTRA	20	18,6	55,6	987,0	0,60%	28,20
415	4N15_KOŽNÍ	20	5,8	17,3	96,0	0,10%	2,75
416	4N16_LÉKAŘ	24	12,2	36,5	1322,0	0,90%	33,91
417	4N17_WC PAC	20	7,7	17,7	98,0	0,10%	2,81
418	4N18_LÉKAŘ	22	21,4	63,8	1326,0	0,90%	35,83
419	4N19_SESTRA	20	24,6	73,3	1668,0	1,10%	47,65
420	4N20_LÉKAŘ	22	7,1	21,1	943,0	0,60%	25,49
421	4N21_ZÁZEMÍ	20	12,0	35,9	83,0	0,10%	2,37
422	4N22_SESTRA	20	13,7	40,8	897,0	0,60%	25,63
423	4N23_LÉKAŘ	24	23,9	71,4	1584,0	1,00%	40,61
424	4N24_ČEKÁRN	20	57,6	171,9	1242,0	1,10%	46,70
425	4N25_WC PER	20	11,5	34,2	86,0	0,10%	2,45
426	4N26 WC ŽEN	20	15,9	47,4	80,0	0,10%	2,28
427	4N27_SCHODI	20	35,2	70,9	880,0	0,60%	25,16

Tabulka 3.9 Tepelné ztráty jednotlivých místností 5

3.2 Tepelný výkon pro vzduchotechniku

3.2.1 Tepelný výkon pro vzduchotechnické jednotky

Část objektu bude nuceně větrána vzduchotechnickými jednotkami se zpětným získáváním tepla. Účinnost deskového výměníku pro zpětné získávání tepla byla uvažována 55 %. Ve stávajícím stavu je větrání v zájmovém objektu řešeno přirozeně mimo provoz laboratoří a chirurgie. Oba dva zmiňované provozy mají v současnosti samostatné vzduchotechnické jednotky menších výkonů umístěné na střeše části A v zákrytu. Tyto vzduchotechnické jednotky se nacházejí stejně jako otopná soustava v technicky nevyhovujícím stavu a budou vyměněny. I přes doporučení hlavního projektanta stavby řešit větrání celého objektu nuceně, bude objekt dle požadavků investora větráný částečně přirozeně a částečně nuceně. Kromě výše zmiňovaných prostorů budou nově nuceně větrány hlavně čekárny a komunikační prostory a nově vzniklý prostor

rehabilitací. Nově se tak umístí 4 menší vzduchotechnické jednotky – viz. výkresová dokumentace. Dále bude v místnosti 1N12 – Vestibul umístěna dveřní vzduchová clona. Přesný návrh nuceného větrání není předmětem tohoto projektu, řeší samostatně projekt vzduchotechniky. Systém vytápění řeší dodávku potřebného tepla pro ohříváče vzduchu.

- Potřebný tepelný výkon pro ohříváč vzduchotechnické jednotky:

$$Q_k = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_1) \quad [\text{W}] \quad (1.26)$$

kde: V_p - je množství přiváděného vzduchu do zóny [m^3h^{-1}],
 ρ - je hustota vzduchu [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$],
 c - je měrná tepelná kapacita vzduchu [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\text{K}^{-1}$],
 $\theta_{\text{int},i}$ - je potřebná teplota interiéru v zóně [$^{\circ}\text{C}$],
 θ_1 - je teplota předeřátého vzduchu (za výměníkem tepla) [$^{\circ}\text{C}$].

- Teplota předeřátého vzduchu (za výměníkem tepla):

$$\theta_1 = (\theta_o - \theta_e) \cdot \eta - \theta_e \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (1.27)$$

kde: θ_e - je teplota venkovního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$],
 θ_o - teplota odváděného vzduchu z interiéru [$^{\circ}\text{C}$],
 η - je účinnost výměníku zpětného získávání tepla [-].

- Teplota odváděného vzduchu:

$$\theta_2 = \theta_e + \theta_{\text{int},i} - \theta_1 \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (1.28)$$

kde θ_e - je teplota venkovního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$],
 θ_o - teplo odváděného vzduchu z interiéru [$^{\circ}\text{C}$].

Vzduchotechnická jednotka č. 01 - čekárny - 1.PP									
Množství přiváděného vzduchu		$V_p =$	1050	$[m^3h^{-1}]$					
Množství odváděného vzduchu		$V_o =$	1050	$[m^3h^{-1}]$					
Teplota přiváděného vzduchu		$\theta_{int,i} =$	20	$[^{\circ}C]$					
Teplota odsávaného vzduchu		$\theta_o =$	20	$[^{\circ}C]$					
Teplota venkovního vzduchu		$\theta_e =$	-15	$[^{\circ}C]$					
Účinnost výměníku pro ZZT		$n =$	0,55						
Teplota vzduchu za výměníkem		$\theta_1 = (\theta_o - \theta_e) \cdot n + \theta_e =$		4,3	$[^{\circ}C]$				
Teplota odváděného vzduchu		$\theta_2 = \theta_e + \theta_o - \theta_1 =$		0,8	$[^{\circ}C]$				
Potřebný výkon pro kotelnu		$Q_k = V_p \cdot 0,34 \cdot (\theta_{int,i} - \theta_1) =$					5 623	$[W]$	
Vzduchotechnická jednotka č. 02 - rehabilitace - 1.PP									
Množství přiváděného vzduchu		$V_p =$	1750	$[m^3h^{-1}]$					
Množství odváděného vzduchu		$V_o =$	1750	$[m^3h^{-1}]$					
Teplota přiváděného vzduchu		$\theta_{int,i} =$	24	$[^{\circ}C]$					
Teplota odsávaného vzduchu		$\theta_o =$	24	$[^{\circ}C]$					
Teplota venkovního vzduchu		$\theta_e =$	-15	$[^{\circ}C]$					
Účinnost výměníku pro ZZT		$n =$	0,55						
Teplota vzduchu za výměníkem		$\theta_1 = (\theta_o - \theta_e) \cdot n + \theta_e =$		6,5	$[^{\circ}C]$				
Teplota odváděného vzduchu		$\theta_2 = \theta_e + \theta_o - \theta_1 =$		2,6	$[^{\circ}C]$				
Potřebný výkon pro kotelnu		$Q_k = V_p \cdot 0,34 \cdot (\theta_{int,i} - \theta_1) =$					10 442	$[W]$	
Vzduchotechnická jednotka č. 03 - čekárny - 1. NP + 2.NP									
Množství přiváděného vzduchu		$V_p =$	3150	$[m^3h^{-1}]$					
Množství odváděného vzduchu		$V_o =$	3150	$[m^3h^{-1}]$					
Teplota přiváděného vzduchu		$\theta_{int,i} =$	20	$[^{\circ}C]$					
Teplota odsávaného vzduchu		$\theta_o =$	20	$[^{\circ}C]$					
Teplota venkovního vzduchu		$\theta_e =$	-15	$[^{\circ}C]$					
Účinnost výměníku pro ZZT		$n =$	0,55						
Teplota vzduchu za výměníkem		$\theta_1 = (\theta_o - \theta_e) \cdot n + \theta_e =$		4,3	$[^{\circ}C]$				
Teplota odváděného vzduchu		$\theta_2 = \theta_e + \theta_o - \theta_1 =$		0,8	$[^{\circ}C]$				
Potřebný výkon pro kotelnu		$Q_k = V_p \cdot 0,34 \cdot (\theta_{int,i} - \theta_1) =$					16 868	$[W]$	

Tabulka 3.10 Tepelný výkon pro vzduchotechniku – 1

Vzduchotechnická jednotka č. 04 - zákrokový sál									
Množství přiváděného vzduchu		$V_p =$	460	$[m^3h^{-1}]$					
Množství odváděného vzduchu		$V_o =$	460	$[m^3h^{-1}]$					
Teplota přiváděného vzduchu		$\theta_{int,i} =$	24	$[^{\circ}C]$					
Teplota odsávaného vzduchu		$\theta_o =$	24	$[^{\circ}C]$					
Teplota venkovního vzduchu		$\theta_e =$	-15	$[^{\circ}C]$					
Účinnost výměníku pro ZZT		$n =$	0,55						
Teplota vzduchu za výměníkem		$\theta_1 = (\theta_o - \theta_e) \cdot n + \theta_e =$		6,5	$[^{\circ}C]$				
Teplota odváděného vzduchu		$\theta_2 = \theta_e + \theta_o - \theta_1 =$		2,6	$[^{\circ}C]$				
Potřebný výkon pro kotelnu		$Q_k = V_p \cdot 0,34 \cdot (\theta_{int,i} - \theta_1) =$					2 745	$[W]$	
Vzduchotechnická jednotka č. 05- laboraře - 4. NP									
Množství přiváděného vzduchu		$V_p =$	620	$[m^3h^{-1}]$					
Množství odváděného vzduchu		$V_o =$	620	$[m^3h^{-1}]$					
Teplota přiváděného vzduchu		$\theta_{int,i} =$	20	$[^{\circ}C]$					
Teplota odsávaného vzduchu		$\theta_o =$	20	$[^{\circ}C]$					
Teplota venkovního vzduchu		$\theta_e =$	-15	$[^{\circ}C]$					
Účinnost výměníku pro ZZT		$n =$	0,55						
Teplota vzduchu za výměníkem		$\theta_1 = (\theta_o - \theta_e) \cdot n + \theta_e =$		4,3	$[^{\circ}C]$				
Teplota odváděného vzduchu		$\theta_2 = \theta_e + \theta_o - \theta_1 =$		0,8	$[^{\circ}C]$				
Potřebný výkon pro kotelnu		$Q_k = V_p \cdot 0,34 \cdot (\theta_{int,i} - \theta_1) =$					3 320	$[W]$	
Vzduchotechnická jednotka č. 06 - čekárny - 3.NP + 4.NP									
Množství přiváděného vzduchu		$V_p =$	2250	$[m^3h^{-1}]$					
Množství odváděného vzduchu		$V_o =$	2250	$[m^3h^{-1}]$					
Teplota přiváděného vzduchu		$\theta_{int,i} =$	20	$[^{\circ}C]$					
Teplota odsávaného vzduchu		$\theta_o =$	20	$[^{\circ}C]$					
Teplota venkovního vzduchu		$\theta_e =$	-15	$[^{\circ}C]$					
Účinnost výměníku pro ZZT		$n =$	0,55						
Teplota vzduchu za výměníkem		$\theta_1 = (\theta_o - \theta_e) \cdot n + \theta_e =$		4,3	$[^{\circ}C]$				
Teplota odváděného vzduchu		$\theta_2 = \theta_e + \theta_o - \theta_1 =$		0,8	$[^{\circ}C]$				
Potřebný výkon pro kotelnu		$Q_k = V_p \cdot 0,34 \cdot (\theta_{int,i} - \theta_1) =$					12 049	$[W]$	
Celkový tepelný výkon pro vzt jednotky $\sum Q_k$: 51,0 [kW]									

Tabulka 3.11 Tepelný výkon pro vzduchotechniku – 2

Celkový výkon pro vzduchotechnické jednotky činí $\sum Q_k = 51 \text{ kW}$.

3.2.2 Tepelný výkon pro dveřní vzduchovou clonu

- Potřebný tepelný výkon pro ohřívač vzduchové clony:

$$Q_{cl} = V_{p,cl} \cdot \rho \cdot c \cdot (\theta_v - \theta_n) \quad [W] \quad (1.29)$$

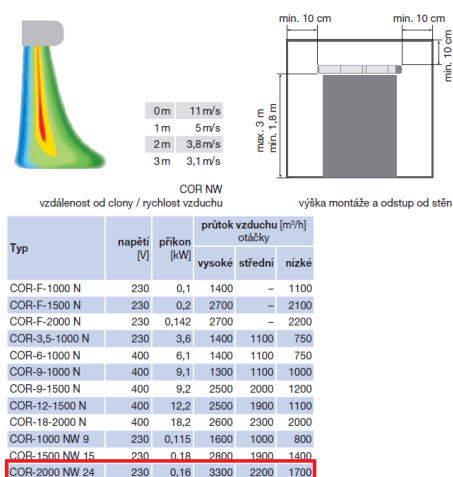
kde: $V_{p,cl}$ - je vzduchový výkon clony [m^3h^{-1}],
 ρ - je hustota vzduchu [$kg \cdot m^{-3}$],
 c - je měrná tepelná kapacita vzduchu [$J \cdot kg^{-1}K^{-1}$],
 θ_n - je uvažovaná teplota nasávaného vzduchu [$^{\circ}C$],
 θ_v - je požadovaná teplota vzduchu na výstupu ze vzduchové clony [$^{\circ}C$].

Vzduchová clona bude umístěna nad vstupní dveře v místnosti 1N12 – Vestibul. Pro návrh je uvažováno, že bude nasávat vzduch z interiéru o teplotě $\theta_n = 17^{\circ}C$ (mírně ochlazený vzduch v blízkosti skleněné výplně). Požadovaná teplota výstupního vzduchu je $27^{\circ}C$.

Návrh: Dveřní vzduchová clona COR N 2000 – 24 NW.

Technické parametry	
<p>Skříň je z ocelového plechu opatřeného práškovým lakem v bílé barvě (RAL 9003), spojovací prvky jsou navíc galvanicky pokoveny.</p> <p>Ventilátory Ve dveřních clonách jsou použity speciální tiché tangenciální ventilátory.</p> <p>Motor je asynchronní s kotvou nakrátko.</p> <p>Ohřivač je elektrický, vodní nebo bez ohřivače.</p> <p>Elektrické připojení je provedeno do vnitřní svorkovnice ve skříni dveřní clony. Modely s elektrickým ohřivačem jsou standardně vybaveny tepelnou ochranou.</p> <p>Regulace clon bez ohřivače se provádí nástěnným regulátorem CR-F, který je součástí dodávky clony. Regulátorem lze přepínat rychlost ve dvou stupních. V případě řazení více clon vedle sebe lze na jeden regulátor připojit až 5 stejných clon.</p> <p>Regulace clon s el. ohřivačem se provádí nástěnným regulátorem CR-6/9 N, který je v dodávce clony (u COR-3,5-1000 N ovladačem CR-3,5 N). Regulátorem lze přepínat rychlost ve třech stupních a výkon</p>	<p>ohřivače ve dvou stupních (plný výkon a $\frac{1}{2}$ výkon, u COR-3,5 pouze plný výkon). Clony umožňují též připojení externího termostatu (není v dodávce) pro automatický provoz. Při řazení více clon vedle sebe lze na jeden regulátor připojit až 5 stejných clon.</p> <p>Regulace clon s vodním ohřivačem se provádí nástěnným regulátorem CR-W, který je součástí dodávky clony nebo regulační sadou, která se dodává samostatně. Regulátorem lze přepínat rychlost ve třech stupních. Regulační sada Minireg® zajišťuje regulaci ohřivače na konstantní teplotu, protimrazovou ochranu a časový doběh. Clony umožňují též připojení dveřního kontaktu (není v dodávce) pro automatický provoz. Při řazení více clon vedle sebe lze na jeden regulátor připojit až 5 stejných clon.</p> <p>Montáž Clony lze montovat přímo na stěnu nebo zavěsit pomocí závitových tyčí M8 na strop. Minimální výška má být 1,8m a maximální 3m nad podlahou. Minimální odstup od stropu nebo stěn musí být 100mm.</p> <p>Hluk Všechny modely se vyznačují nízkou hladinou hluku díky vyváženému oběžnému kolu.</p>

Obrázek 3.1 Technické parametry navržené dveřní vzduchové clony – 1 [40]



Obrázek 3.2 Technické parametry navržené dveřní vzduchové clony – 2 [40]

Výkonový stupeň	Vzduchový výkon $V_{p,cl}$ [m ³ /h]	Potřebný tepelný výkon Q_{cl} [kW]
1.	3300	11,22
2.	2200	7,48
3.	1700	5,78

Obrázek 3.3 Potřebný tepelný výkon pro navrženou dveřní vzduchovou clonu

Maximální tepelný výkon pro dveřní vzduchovou clonu činí $Q_{cl} = 11,22$ kW.

3.2.3 Celkový tepelný výkon pro vzduchotechniku

$$Q_{VZT} = \sum Q_k + Q_{cl} = 51 + 11,22 = 62,22 \quad [\text{kW}] \quad (1.30)$$

3.3 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Teplá voda bude v zájmovém objektu připravována smíšeným ohřevem nepřímo přes teplosměnnou plochu výměníku v zásobníku teplé vody. Ohřev bude zajištěn otopnou vodou o teplotním spádu 70/50 °C vedenou z kombinovaného rozdělovače a sběrače k zásobníku. Teplá voda bude ohřívána na 55 °C mimo případy termické desinfekce, která bude prováděna pouze v době a rozsahu dle platných hygienických předpisů jako prevence proti výskytu Legionelly.

Návrh přípravy teplé vody bude proveden ve dvou variantách s aplikací předmětu celé této diplomové práce – využíváním odpadního tepla. Konkrétně se bude jednat o získávání tepla z odpadní vody pro snížení spotřeby tepla na ohřev teplé vody. Jelikož se jedná o stávající objekt, nelze navrhnout komplexní systém získávání odpadního tepla s ohledem na pořizovací náklady (např. nové zařizovací předměty, rozvody vnitřní kanalizace v návaznosti na bourací práce, vytvoření nových podlah apod.). V rámci stavebních úprav je navržena úprava dispozice v 1. PP části budovy A, při které dojde k vytvoření bloku místností s funkcí rehabilitace, masáže a lázně. V těchto místnostech bude mimo jiné provedeno osazení nových zařizovacích předmětů (4x vana, 4x sprcha, vířivka a 8 x umyvadlo).

V první variantě budou pod nové sprchy umístěny lokální rekuperační výměníky Nela. Toto zařízení umí využívat teplo z použité sprchovací vody na predehřev studené vody. Čím má studená voda vyšší teplotu, tím je pro požadovaný průtok a teplotu vody na výtok ze sprchy menší potřeba průtoku teplé vody. Právě tomuto rekuperačnímu výměníku jsem se podrobně věnoval v poslední části mé diplomové práce: C1 – Experimentální řešení a zpracování výsledků. Návrhové hodnoty pro posouzení ekonomického přínosu použitého výměníku (účinnost a poměrná úspora tepla) převzaty z této části.

V druhé variantě je uvažováno s napojením nových zařizovacích předmětů na nové rozvody vnitřní kanalizace, které zajistí dopravu použité teplé vody do akumulární jímky. V jímce bude osazen tepelný výměník, který bude zajišťovat získávání tepla z akumulované odpadní vody pro tepelné čerpadlo – primární zdroj energie. Získané teplo z tepelného čerpadla bude dále použito pro ohřev teplé vody.

Pro samotný návrh je nejprve nutné stanovit parametry, které jsou společné pro obě varianty. Vypočet potřeby teplé vody dle ČSN 06 0320 [10]:

- Potřeba teplé vody pro mytí osob:

$$V_o = n_i \cdot \sum V_d \quad [\text{m}^3] \quad (1.31)$$

$$V_d = \sum (n_d \cdot U_3 \cdot t_d \cdot p_d) \quad [\text{m}^3] \quad (1.32)$$

kde: V_o - potřeba teplé vody v dané periodě $[\text{m}^3]$,
 n_i - počet uživatelů,
 V_d - objem dávky (viz. tabulka 2 v příloze C v ČSN 06 0320 [10]) $[\text{m}^3]$,
 n_d - počet dávek,
 U_3 - objemový průtok teplé vody $[\text{m}^3\text{h}^{-1}]$,
 t_d - doba dávky (viz. tabulka C.2 v ČSN 06 0320 [10]) $[\text{h}]$,
 p_d - součinitel prodloužení dávky (viz. tabulka C.3 v ČSN 06 0320 [10]) $[-]$.

- Potřeba teplé vody pro mytí nádobí:

$$V_j = n_j \cdot V_d \quad [\text{m}^3] \quad (1.33)$$

kde: n_j - počet jídel.

- Potřeba teplé vody pro úklid a mytí podlah:

$$V_u = n_u \cdot V_d \quad [\text{m}^3] \quad (1.34)$$

kde: n_u - počet výměr ploch $[100 \text{ m}^2]$

- Celková potřeba teplé vody v dané periodě:

$$V_{2p} = V_o + V_j + V_u \quad [\text{m}^3] \quad (1.35)$$

Celková potřeba tepla byla stanovena jako součet dílčích potřeb teplé vody pro jednotlivé provozy v objektu. Výpočty dílčích potřeb vycházejí z předpokládaného počtu osob (zaměstnanců nebo pacientů) a z předpokládaného počtu opakování činnosti během dne. U každé činnosti je dále stanoven předpoklad časového rozložení potřeby v průběhu dne. Předpokládána potřeba teplé vody a časové rozložení odběru je uvedeno v následujících tabulkách.

Potřeba teplé vody - 1.PP															
Popis provozu	Popis činnosti	Objem dávky [m ³] (U ₃ ·t _d ·p _d) / měrnou jednotku	Měrná jednotka	Počet dávek n _d	n _p , n _p , n _a	Objem dávky za den V _d [m ³]	Procentuální předpokládané časové rozložení odběru TV za den								
							od 0:00 do 5:00	od 5:00 do 7:00	od 7:00 do 9:00	od 9:00 do 11:00	od 11:00 do 13:00	od 13:00 do 15:00	od 15:00 do 17:00	od 17:00 do 19:00	od 19:00 do 24:00
VĚŘEJNÉ WC - 4x	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	84	0,168	0	10	17	17	17	17	17	5	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	3	4	0,024	0	10	17	17	17	17	17	5	0
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	4	0,004	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	sprcha	0,0250	na osprchování	1	4	0,100	0	0	0	0	0	25	50	25	0
ÚDRŽBA	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	4	0,002	0	0	0	50	0	50	0	0	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	2	0,016	0	10	18	18	18	18	18	0	0
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	2	0,002	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	2	0,001	0	0	0	50	0	50	0	0	0
BUFET	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	5	0,040	0	10	17	17	17	17	17	5	0
	mytí rukou po masáži	0,0020	na osobu (masáž)	1	12	0,024	0	15	15	15	15	15	15	10	0
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	5	0,005	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	4	5	0,010	0	0	0	50	0	50	0	0	0
REHABILITACE - ZAMĚŠT.	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	90	0,180	0	15	15	15	15	15	15	10	0
	sprcha	0,0250	na osprchování	1	90	2,250	0	15	15	15	15	15	15	10	0
	lázeň (vana)	0,0400	lázeň (vana)	1	72	2,880	0	15	15	15	15	15	15	10	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	4	0,032	0	10	17	17	17	17	17	5	0
ZÁZEMÍ PSYCHOLOGIE A OSTATNÍ ZAMĚŠTNANCI	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	4	0,004	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	sprcha	0,0250	na osprchování	1	2	0,050	0	0	0	0	0	25	50	25	0
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	4	0,002	0	0	0	50	0	50	0	0	0
	mytí podlahy + úklid	0,0200	na 100 m ²	1	6,18	0,124	0	0	0	0	0	25	40	30	5

Tabulka 3.12 Potřeba teplé vody – 1.PP

Potřeba teplé vody - 1.NP															
Popis provozu	Popis činnosti	Objem dávky [m ³] (U ₃ ·t _d ·p _d) / měrnou jednotku	Měrná jednotka	Počet dávěk n _d	n _p , n _p , n _u	Objem dávky za den V _d [m ³]	Procentuální předpokládané časové rozložení odběru TV za den								
							od 0:00	od 5:00	od 7:00	od 9:00	od 11:00	od 13:00	od 15:00	od 17:00	od 19:00
							do 5:00	do 7:00	do 9:00	do 11:00	do 13:00	do 15:00	do 17:00	do 19:00	do 24:00
DĚTSKÉ ODDĚLENÍ - ZAMĚŠT.	mytí rukou	0,0020	na osobu	6	6	0,072	0	20	20	15	15	15	0	0	
	spřcha	0,0250	na osprchování	1	3	0,075	0	0	0	0	25	50	25	0	
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	6	0,006	0	0	0	0	100	0	0	0	
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	6	0,003	0	0	0	0	50	0	0	0	
DĚTSKÉ ODDĚLENÍ - PACIENTI	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	58	0,116	0	20	20	15	15	15	0	0	
	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	2	0,016	0	20	20	15	15	15	0	0	
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	2	0,002	0	0	0	0	100	0	0	0	
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	2	0,001	0	0	0	0	50	0	0	0	
LOGOPEDIE - PACIENTI PŘÍJEM + IZOLACE	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	16	0,032	0	20	20	15	15	15	0	0	
	mytí rukou	0,0020	na osobu	6	1	0,012	0	20	20	15	15	15	0	0	
	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	3	0,024	0	10	17	17	17	17	5	0	
	spřcha	0,0250	na osprchování	1	2	0,050	0	0	0	0	0	25	50	25	
LÉKARNA	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	3	0,003	0	0	0	0	100	0	0	0	
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	3	0,002	0	0	0	0	50	0	0	0	
	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	2	0,016	0	0	0	0	0	25	50	25	
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	2	0,002	0	0	0	0	100	0	0	0	
OPTIKA	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	2	0,001	0	0	0	0	50	0	0	0	
	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	4	0,004	0	0	0	0	100	0	0	0	
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	4	0,002	0	0	0	0	50	0	0	0	
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	2	0,001	0	0	0	0	50	0	0	0	
GYNEKOLOGIE ZAMĚŠT.	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	4	0,004	0	10	17	17	17	17	5	0	
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	4	0,004	0	0	0	0	100	0	0	0	
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	4	0,002	0	0	0	0	50	0	0	0	
	mytí těla (gynekologie)	0,0100	na osobu	1	24	0,048	0	10	17	17	17	17	5	0	
GYNEKOLOGIE PACIENTI	mytí těla (gynekologie)	0,0100	na osobu	1	40	0,400	0	10	17	17	17	17	5	0	
	úklid	0,0200	na 100 m ²	1	8,6	0,172	0	0	0	0	0	25	40	30	

Tabulka 3.13 Potřeba teplé vody – 1.NP

Potřeba teplé vody - 2.NP															
Popis provozu	Popis činnosti	Objem dávky [m ³] (U ₃ ·t _d ·p _d) / měrnou jednotku	Měrná jednotka	Počet dávek n _d	Objem dávky za den V _d [m ³]	Procentuální předpokládané časové rozložení odběru TV za den									
						od 0:00	od 5:00	od 7:00	od 9:00	od 11:00	od 13:00	od 15:00	od 17:00	od 19:00	
						do 5:00	do 7:00	do 9:00	do 11:00	do 13:00	do 15:00	do 17:00	do 19:00	do 24:00	
EMG + REHABILITACE - ZAMĚŠT.	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	4	0,032	0	10	17	17	17	17	17	5	0
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	4	0,004	0	0	0	0	100	0	0	0	0
EMG + REHABILITACE - PACIENTI	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	4	0,002	0	0	0	50	0	50	0	0	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	18	0,036	0	10	17	17	17	17	17	5	0
OBVODNÍ + ALERGLOGIE - ZAMĚŠT.	mytí rukou	0,0020	na osobu	6	8	0,096	0	20	20	15	15	15	15	0	0
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	8	0,008	0	0	0	0	100	0	0	0	0
OBVODNÍ + ALERGLOGIE - PACIENTI	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	8	0,004	0	0	0	50	0	50	0	0	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	32	0,064	0	20	20	15	15	15	15	0	0
NEUROLOGIE - ZAMĚŠT.	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	2	0,016	0	20	20	15	15	15	15	0	0
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	2	0,002	0	0	0	0	100	0	0	0	0
NEUROLOGIE - PACIENTI	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	2	0,001	0	0	0	50	0	50	0	0	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	8	0,016	0	20	20	15	15	15	15	0	0
INTERNA - ZAMĚŠT.	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	2	0,016	0	20	20	15	15	15	15	0	0
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	2	0,002	0	0	0	0	100	0	0	0	0
INTERNA - PACIENTI	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	2	0,001	0	0	0	50	0	50	0	0	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	16	0,032	0	20	20	15	15	15	15	0	0
UŠNÍ - ZAMĚŠT.	mytí rukou	0,0020	na osobu	8	2	0,032	0	20	20	15	15	15	15	0	0
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	2	0,002	0	0	0	0	100	0	0	0	0
UŠNÍ - PACIENTI	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	2	0,001	0	0	0	50	0	50	0	0	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	8	0,016	0	20	20	15	15	15	15	0	0
OČNÍ - ZAMĚŠT.	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	2	0,016	0	20	20	15	15	15	15	0	0
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	2	0,002	0	0	0	0	100	0	0	0	0
OČNÍ - PACIENTI	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	2	0,001	0	0	0	50	0	50	0	0	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	8	0,016	0	20	20	15	15	15	15	0	0
ÚKLID	mytí podlahy + úklid	0,0200	na 100 m2	1	6,4	0,128	0	0	0	0	0	25	40	30	5

Tabulka 3.14 Potřeba teplé vody – 2.NP

Potřeba teplé vody - 3.NP															
Popis provozu	Popis činnosti	Objem dávky [m ³] (U ₃ ·t _d ·P _d) / měrnou jednotku	Měrná jednotka	Počet dávek n _d	n _p , n _y , n _u	Objem dávky za deň V _d [m ³]	Procentuální předpokládané časové rozložení odběru TV za den								
							od 0:00	od 5:00	od 7:00	od 9:00	od 11:00	od 13:00	od 15:00	od 17:00	od 19:00
							do 5:00	do 7:00	do 9:00	do 11:00	do 13:00	do 15:00	do 17:00	do 19:00	do 24:00
RDG - ZAMĚŠTNANCI	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	2	0,016	0	10	17	17	17	17	17	5	0
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	2	0,002	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	2	0,001	0	0	0	50	0	50	0	0	0
RDG - PACIENTI	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	12	0,024	0	10	17	17	17	17	17	5	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	4	0,032	0	10	17	17	17	17	17	5	0
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	4	0,004	0	0	0	0	100	0	0	0	0
ZUBNÍ - ZAMĚŠTNANCI	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	4	0,002	0	0	0	50	0	50	0	0	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	48	0,096	0	10	17	17	17	17	17	5	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	5	8	0,080	0	10	17	17	17	17	17	5	0
CHIRURGIE - ZAMĚŠTNANCI	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	8	0,008	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	8	0,004	0	0	0	50	0	50	0	0	0
	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	96	0,192	0	10	17	17	17	17	17	5	0
CHIRURGIE - PACIENTI	mytí těla (chirurgie)	0,0100	mytí těla (chir.)	1	12	0,120	0	10	17	17	17	17	17	5	0
	mytí podlahy + úklid	0,0200	na 100 m ²	1	5,3	0,106	0	0	0	0	0	25	40	30	5

Tabulka 3.15 Potřeba teplé vody – 3.NP

Popis provozu	Popis činnosti	Objem dávky [m ³] (U ₃ ·t _d ·n _d) / měrnou jednotku	Měrná jednotka	Počet dávek n _d	n _p , n _p , n _u	Objem dávky za den V _d [m ³]	Procentuální předpokládané časové rozložení odběru TV za den											
							od 0:00	od 5:00	od 7:00	od 9:00	od 11:00	od 13:00	od 15:00	od 17:00	od 19:00	od 24:00		
							do 5:00	do 7:00	do 9:00	do 11:00	do 13:00	do 15:00	do 17:00	do 19:00	do 24:00			
OČNÍ - ZAMĚŠTNANCI	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	3	0,024	0	20	20	15	15	15	15	0	0	0		
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	4	3	0,012	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0		
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	4	3	0,006	0	0	0	50	0	50	0	0	0	0		
OČNÍ - PACIENTI	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	24	0,192	0	20	20	15	15	15	15	0	0	0		
	mytí rukou	0,0020	na osobu	12	3	0,072	0	20	20	15	15	15	15	0	0	0		
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	3	0,003	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0		
KOŽNÍ - ZAMĚŠTNANCI	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	3	0,002	0	0	0	50	0	50	0	0	0	0		
	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	16	0,032	0	20	20	15	15	15	15	0	0	0		
	mytí těla (kožní)	0,0100	mytí těla (kož.)	1	2	0,020	0	20	20	15	15	15	15	0	0	0		
ORTOPEDIE - ZAMĚŠTNANCI	mytí rukou	0,0020	na osobu	10	2	0,040	0	10	17	17	17	17	17	5	0	0		
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	2	0,002	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0		
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	2	0,001	0	0	0	50	0	50	0	0	0	0		
ORTOPEDIE - PACIENTI	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	12	0,024	0	10	17	17	17	17	17	5	0	0		
	mytí rukou	0,0020	na osobu	4	4	0,032	0	20	20	15	15	15	15	0	0	0		
	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	2	0,002	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0		
INTERNA - PACIENTI	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	2	0,001	0	0	0	50	0	50	0	0	0	0		
	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	12	0,024	0	20	20	15	15	15	15	0	0	0		
	mytí rukou	0,0020	na osobu	7	3	0,042	0	20	20	15	15	15	15	0	0	0		
LABORATOŘ	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	3	0,003	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0		
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	3	0,002	0	0	0	50	0	50	0	0	0	0		
	mytí rukou	0,0020	na osobu	8	2	0,032	0	10	17	17	17	17	17	5	0	0		
REHABILIACE - ZAMĚŠTNANCI	umytí nádobí po obědě	0,0010	na porci (oběd)	1	2	0,002	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0		
	umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (svačina)	1	2	0,001	0	0	0	50	0	50	0	0	0	0		
	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	18	0,036	0	10	17	17	17	17	17	5	0	0		
INTERNA - PACIENTI	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	18	0,036	0	10	17	17	17	17	17	5	0	0		
	mytí podlahy + úklid	0,0200	na 100 m ²	1	5,3	0,106	0	0	0	0	0	25	40	30	5	0		

Tabulka 3.16 Potřeba teplé vody – 4.NP

Celková denní potřeba teplé vody je dle předchozích výpočtů odhadovaná na $V_{2p} = 9,0 \text{ m}^3$. Předpoklad časového rozložení odběru teplé vody za den je uveden na obrázku č. 3.4.



Obrázek 3.4 Procentuální předpokládané časové rozložení odběru teplé vody za den

Stanovení potřeby tepla pro přípravu teplé vody:

- Teoretické teplo odebrané z ohříváče během dne:

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\theta_1 - \theta_2) \quad [\text{kWh}] \quad (1.36)$$

kde: V_{2p} - odhadovaná denní potřeba teplé vody [m^3],
 θ_1 - požadovaná teplota ohřáté teplé vody [$^{\circ}\text{C}$],
 θ_2 - teplota studené vody [$^{\circ}\text{C}$].

- Teplo ztracené při ohřevu a distribuci během dne:

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z \quad [\text{kWh}] \quad (1.37)$$

kde: z - uvažovaná ztráta tepla při proudění v potrubí (uvažováno dobře zaizolované potrubí ztráta 30 [%]).

- Teplo celkem na přípravu teplé vody během dne:

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} \quad [\text{kWh}] \quad (1.38)$$

Vstupní veličiny pro návrh přípravy teplé vody				
	Teplota studené vody θ_2 :		10	[°C]
	Požadovaná teplota ohřáté teplé vody θ_1 :		55	[°C]
	Tep. ztráta ohřevu a cirkulace z:		30	[%]
	Požadovaná doba ohřevu t_o :		1	[h]
	Teplota topné vody na přívodu t_1 :		70	[°C]
	Teplota topné vody na vratu t_2 :		50	[°C]
	Součinitel prostupu tepla výměníku U:		420	[Wm ⁻² k ⁻¹]
Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody				
	Odhadovaná denní potřeba teplé vody V_{2p} :		9,0	[m ³]
	Teplo odebrané Q_{2t} :		468,6	[kWh]
	Teplo ztracené Q_{2z} :		140,6	[kWh]
	Teplo celkem Q_{2p} :		609,1	[kWh]

Tabulka 3.17 Vstupní veličiny pro návrh přípravy teplé vody a výsledky potřeby tepla na ohřev teplé vody

Odhadované rozložení potřeby tepla v průběhu dne:

Celkové procentuální předpokládané časové rozložení odběru TV za den									
Teplo [kWh]	od 0:00 do 5:00	od 5:00 do 7:00	od 7:00 do 9:00	od 9:00 do 11:00	od 11:00 do 13:00	od 13:00 do 15:00	od 15:00 do 17:00	od 17:00 do 19:00	od 19:00 do 24:00
	0,0	12,9	14,1	13,8	14,8	16,6	17,8	9,5	0,4
Odebrané $Q_{2t,t}$	0,0	60,5	66,1	64,9	69,2	78,0	83,5	44,7	1,7
Ztracené $Q_{2z,t}$	0,0	18,1	19,8	19,5	20,8	23,4	25,0	13,4	0,5
Celkem $Q_{2p,t}$	0,0	78,6	86,0	84,4	90,0	101,4	108,5	58,1	2,2
Odhadovaná špička odběru teplé vody:						od 15:00	do 17:00		
Procentuální vyjádření potřeby tepla ve špičce p_{max} :						17,8	[%]		
Předpokládaná doba trvání špičky t_s :						2,0	[h]		

Tabulka 3.18 Celkové procentuální předpokládané časové rozložení odběru TV za den

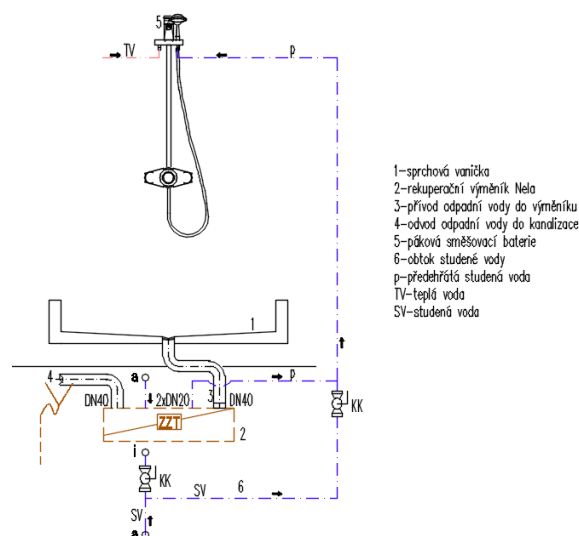
V této kapitole byly vypočítány potřebné hodnoty pro návrh přípravy teplé vody. Další postup návrhu (stanovení velikosti zásobníku a jmenovitého výkonu pro ohřev) bude proveden pro každou variantu zvlášť.

3.3.1 1. Varianta – smíšený ohřev s lokální rekuperací tepla z odpadní vody

3.3.1.1 Koncept řešení

Popis navrženého řešení

V rámci navržených stavebních úprav bude v 1. PP části budovy A vytvořený prostor pro rehabilitace. V místnostech 1P01, 1P05 A 1P06 budou osazeny 4 nové sprchy, které budou sloužit hostům k umývání těla před nebo po proceduře. Konkrétně v tomto provozu bude probíhat rehabilitační cvičení, masáže a koupele. Denní provoz rehabilitace bude 12 hodin. Jednotlivé procedury, u kterých se uvažuje použití sprchy, budou probíhat na čtyřech stanovištích (místnosti 1P01, 1P05 a 1P06). Při maximálním využití provozu se předpokládá asi 1,9 osprchování na jednu sprchu a hodinu provozu.



Obrázek 3.5 Funkční schéma navrženého řešení – příprava TV – varianta 1

Úspory

Úsporu energie rekuperační výměník zajistí předeřhátím studené vody. Tím dojde ke snížení spotřeby teplé vody a energie na její ohřev. Dle experimentálního měření, které je součástí této diplomové práce, bylo zjištěno, že výměník pracuje s teplotní účinností cca $\eta_1 = 37 \%$ a poměrnou úsporou tepla cca $\theta_{ZZT} = 10,72 \%$. Tyto hodnoty jsou uvažovány pro odpadní vodu vstupující do výměníků cca $40 - 38 \text{ }^\circ\text{C}$ a průtoku $8,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

Náklady na pořízení

Pro ekonomické vyhodnocení je nutné stanovit náklady na pořízení. Ty budou zahrnovat pouze průměrnou pořizovací cenu samotných rekuperačních výměníků. Ostatní náklady (potrubí, armatury a práce při instalaci) se neuvažují, neboť se jedná o zanedbatelné položky z hlediska všech stavebních úprav. Průměrná cena jednoho rekuperačního výměníku Nela činí 7200 Kč. [42] Náklady na provoz jsou uvažovány jako 1,42 Kč/kWh (s DPH 21 %) – cena za zemní plyn. [43]

3.3.1.2 Ekonomické vyhodnocení

- Vstupní údaje pro ekonomické vyhodnocení:

Vstupní údaje		
Cena za jeden výměník:	7 200	[Kč/1x RV]
Počet instalovaných výměníků:	4	[ks]
Celkové pořizovací náklady:	28 800	[Kč]
Cena za energii C_n :	1,42	[Kč/kWh] (včetně DPH)
Teplota studené vody θ_2 :	10	[°C]
Teplota teplé vody θ_1 :	55	[°C]
Počet dní provozu za rok n_r :	260	[dnů]
Měrná tepelná kapacita c_{sv} :	4 186	[J/(kg·K)]
Hustota studené vody ρ_{sv} :	1 000	[kg/m ³]

Tabulka 3.19 Vstupní údaje pro ekonomické vyhodnocení 1. varianty přípravy teplé vody

- Potřeba teplé vody na jedno osprchování s použitím rekuperačního výměníku:

$$V_{s,RV} = \left(1 - \frac{\theta_{ZZT}}{100}\right) \cdot V_{s,bez RV} \quad [m^3] \quad (1.39)$$

kde: θ_{ZZT} - poměrná úspora tepla [%],
 $V_{s,bez RV}$ - spotřeba teplé vody na jedno osprchování bez použití rekuperačního výměníku [m^3].

Porovnání potřeby teplé vody - blok místností rehabilitace 1. PP - 100 % využití						
Popis provozu	Popis činnosti	Objem dávky [m^3] ($U_3 \cdot t_d \cdot p_d$) / měrnou jednotku	Měrná jednotka	Počet dávek n_d	n_i, n_p, n_u	Objem dávky za den bez RV a s RV [m^3]
REHABILITACE - HOSTÉ (bez rekuperačního výměníku)	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	90	0,180
	sprcha	0,0250	na osprchování	1	90	2,250
	lázeň (vana)	0,0400	lázeň (vana)	1	72	2,880
REHABILITACE - HOSTÉ (s rekuperačním výměníkem)	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	90	0,180
	sprcha	0,0223	na osprchování	1	90	2,007
	lázeň (vana)	0,0400	lázeň (vana)	1	72	2,880

Tabulka 3.20 Porovnání potřeby teplé vody – blok místností rehabilitace 1. PP – 100 % využití

Porovnání potřeby teplé vody - blok místností rehabilitace 1. PP - 80 % využití						
Popis provozu	Popis činnosti	Objem dávky [m^3] ($U_3 \cdot t_d \cdot p_d$) / měrnou jednotku	Měrná jednotka	Počet dávek n_d	n_i, n_p, n_u	Objem dávky za den bez RV a s RV [m^3]
REHABILITACE - HOSTÉ (bez rekuperačního výměníku)	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	72	0,144
	sprcha	0,0250	na osprchování	1	72	1,800
	lázeň (vana)	0,0400	lázeň (vana)	1	57	2,280
REHABILITACE - HOSTÉ (s rekuperačním výměníkem)	mytí rukou	0,0020	na osobu	1	72	0,144
	sprcha	0,0223	na osprchování	1	72	1,606
	lázeň (vana)	0,0400	lázeň (vana)	1	57	2,280

Tabulka 3.21 Porovnání potřeby teplé vody – blok místností rehabilitace 1. PP – 80 % využití

- Energie na ohřátí teplé vody pro jedno osprchování bez rekuperačního výměníku:

$$E_{s,bezRV} = V_{s,bez RV} \cdot \rho_{SV} \cdot c_{SV} \cdot (\theta_1 - \theta_2) \quad [kWh] \quad (1.40)$$

kde: ρ_{SV} - hustota studené vody přiváděné do zdroje tepla [$kg \cdot m^{-3}$]
 c_{SV} - měrná tepelná kapacita studené vody přiváděné do zdroje tepla [$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$]

- Energie na ohřátí teplé vody pro jedno osprchování s rekuperačním výměníkem:

$$E_{s,RV} = V_{s,RV} \cdot \rho_{SV} \cdot c_{SV} \cdot (\theta_1 - \theta_2) \quad [kWh] \quad (1.41)$$

- Úspora energie na jedno osprchování:

$$U_{s,E} = E_{s,bezRV} - E_{s,RV} \quad [kWh] \quad (1.42)$$

- Uspořená částka na jedno osprchování:

$$U_1 = U_{s,E} \cdot C_n \quad [\text{Kč}] \quad (1.43)$$

kde: C_n - cena za energii [$\text{Kč} \cdot \text{kWh}^{-1}$].

- Úspořená částka za den

$$U_{\text{den}} = U_1 \cdot n \quad [\text{Kč}] \quad (1.44)$$

kde: n - počet sprchování za den.

- Úspořená částka za den:

$$U_{\text{rok}} = U_{\text{den}} \cdot n_r \quad [\text{Kč}] \quad (1.45)$$

kde: n_r - počet dnů v roce.

Prostá doba návratnosti:

$$N_1 = \frac{N}{U_{\text{rok}}} \quad [\text{rok}] \quad (1.46)$$

Návratnost navrženého řešení při 100 % využití provozu										
Spotřeba na jedno osprchování $V_{s,\text{bez RV}}$ [m^3] (bez RV)	Poměrná úspora tepla θ_{ZZT} [%] při instalaci RV	Uvažovaná spotřeba na jedno osprchování $V_{s,\text{RK}}$ [m^3] s RV	Spotřeba energie bez RV $E_{s,\text{bez RV}}$ [kWh]	Spotřeba energie s RV $E_{s,\text{RV}}$ [kWh]	Úspora energie na jedno osprchování $U_{s,E}$ [kWh]	Úspořená částka na jedno osprchování U_1 [Kč]	Počet sprchování za den n	Úspořená částka za den U_{den} [Kč]	Úspořená částka za den U_{rok} [Kč]	Prostá doba návratnosti N_1 [rok]
0,025	10,72	0,0223	1,308	1,168	0,140	0,199	90	17,92	4 660	6,2
Návratnost navrženého řešení při 80 % využití provozu										
0,025	10,72	0,0223	1,308	1,168	0,140	0,199	72	14,34	3 728	7,7

Tabulka 3.22 Návratnost navrženého řešení – varianta 1.

Závěr

Životnost navržených rekuperačních výměníků se předpokládá přibližně deset let. Na základě vypočítané prosté doby návratnosti lze tvrdit, že instalace zařízení bude ekonomicky přínosná. Podmínkou ekonomického přínosu je vysoký počet sprchování za den. Čím víc bude denně každý ze čtyř navržených rekuperačních výměníků v provozu, tím bude doba návratnosti nižší. Naopak bude-li využití provozu sprch menší než 80 %, tzn. méně než 1,5 osprchování na jednu sprchu za hodinu provozu, navržené řešení nebude ekonomicky výhodné.

3.3.1.3 Návrh zařízení pro přípravu teplé vody

Zásobníkový ohřivač teplé vody

- Potřebný objem zásobníku:

$$V_{z,p} = V_{2p} \cdot \frac{p_{\text{max}}}{100 \cdot t_s} \quad [\text{m}^3] \quad (1.47)$$

- Požadovaný tepelný výkon:

$$Q_{z,p} = \frac{Q_{zp,max}}{t_o \cdot t_s} \quad [kW] \quad (1.48)$$

- Potřebný teplosměnná plocha:

$$\Delta t = \frac{(t_1 - \theta_1) - (t_2 - \theta_2)}{\ln \frac{(t_1 - \theta_1)}{(t_2 - \theta_2)}} \quad [^{\circ}C] \quad (1.49)$$

$$A_{z,p} = \frac{Q_{z,p} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} \quad [m^2] \quad (1.50)$$

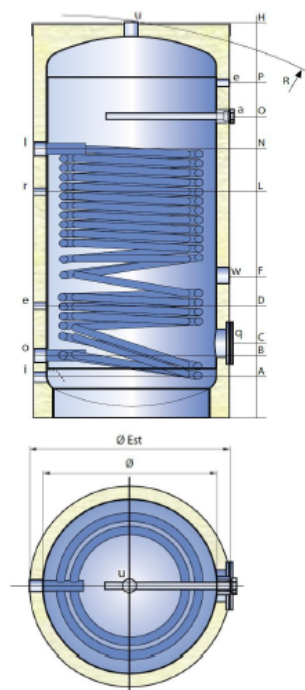
Výpočet potřebného objemu zásobníku				
Potřebný objem zásobníku $V_{z,p}$:		0,80	[m ³]	
Výpočet požadovaného tepelného výkonu				
Požadovaný tepelný výkon $Q_{z,p}$:		54,25	[kW]	
Výpočet potřebné teplosměnné plochy				
Δt :		25,5	[$^{\circ}C$]	
Potřebná teplosměnná plocha $A_{z,p}$:		5,1	[m ²]	

Tabulka 3.23 Výsledky požadovaných parametrů pro návrh zásobníkového ohřívače

Návrh zásobníkového ohřívače teplé vody pro tyto požadované parametry:

- Požadovaný objem zásobníku $V_{z,p} = 0,80 \text{ [m}^3\text{]}$,
- Požadovaný tepelný výkon na ohřev teplé vody $Q_{z,p} = 54,25 \text{ [kW]}$,
- Potřebná teplosměnná plocha $A_{z,p} = 5,1 \text{ [m}^2\text{]}$.

Návrh: **Smaltovaný ohřívač Pipex TXE – 800 – WP1V**. Jedná se o zásobník teplé vody o objemu 0,8 [m³] s dvojrstvým ocelovým výměníkem s teplosměnnou plochou 6,0 [m²]. Podrobnější informace jsou uvedeny na obrázku č. 3.6 Technický list ohřívače teplé vody Pipex TWE – 800 – WP1W.



Pracovní parametry:

Maximální pracovní tlak: 10 bar - zásobník teplé vody
12 bar - výměník

Max. pracovní teplota: 95°C - zásobník teplé vody
95°C - výměník

Materiály:

Nádoba: Kvalitní ocel (S 235JR),
smaltováno zevnitř dle DIN 4753.3

Výměník: Jakostní konstrukční ocel (S 235JR),
smaltováno dle DIN 4753.3

Připojení: Jakostní konstrukční ocel (S 235JR),
smaltováno zevnitř dle DIN 4753.3

Vně: Antikoroziní nátěr

Izolace: Tvrdý a měkký polyuretan

Popis připojení: (Hrdla opatřena vnitřními závity)

a - Magesiová anoda
e - Hrdlo pro jímku na teploměr G 1/2
i - Vstup vody vnitřní nádoba
l - Vstup výměníku
o - Výstup výměníku
q - Servisní otvor
r - Vstup cirkulace
u - Výstup vody vnitřní nádoba
w - Vstup pro el. topnou spirálu

objem [l]	Ø	H	ØEst	R	A	B	C	D	F	L	N	O	P	výměník [m ²]	kg
300	500	1580	600	1700	120	210	240	310	475	905	1090	1130	1365	3,50	120
400	650	1380	750	1580	145	240	290	340	525	870	1005	1030	1140	4,80	143
500	650	1630	750	1800	145	240	280	350	555	1020	1250	1280	1390	6,00	179
600	650	1880	750	2030	145	240	280	390	605	1070	1270	1510	1640	8,00	228
800	790	1735	990	1790	170	275	320	405	600	1000	1170	1310	1425	6,00	256
1000	790	2080	990	2130	170	275	320	475	740	1125	1285	1595	1770	6,00	318
1500	1000	2115	1200	2190	230	335	410	535	805	1230	1410	1600	1740	7,50	446

objem [l]	a	o	e	r	i	u	w	q
300	1"1/4	1/2"	1/2"	1"	1"1/4	1"1/2	120/180	
400	1"1/4	1/2"	1/2"	1"	1"1/4	1"1/2	120/180	
500	1"1/4	1/2"	1/2"	1"	1"1/4	1"1/2	120/180	
600	1"1/4	1/2"	1/2"	1"	1"1/4	1"1/2	120/180	
800	1"1/4	1/2"	1"	1"1/2	1"1/2	1"1/2	120/180	
1000	1"1/4	1/2"	1"	1"1/2	1"1/2	1"1/2	120/180	
1500	1"1/4	1/2"	1"	2"	2"	1"1/2	220/290	

Obrázek 3.6 Technický list ohřívače teplé vody Pipex TWE – 800 – WP1W [44]

Přepočet skutečného rozdílu teplot pro skutečnou výhřevnou teplosměnnou plochu zásobníku: $A_{TV,skut} = 6,0 \text{ [m}^2\text{]}$ vyjádřením ze vztahu 1.50:

$$\Delta t = \frac{Q_{z,p} \cdot 10^3}{U \cdot A_{TV,skut}} = \frac{54,25 \cdot 10^3}{420 \cdot 6} = 21,5 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Při požadovaném výkonu $Q_{z,p}$ bude teplota topné vody vracející se ze zásobníku ke kombinovanému rozdělovači a sběrači cca 48,5 °C.

Lokální rekuperační výměník tepla

Návrh: **Sprchový rekuperační výměník Nela**

- Rozměry: 552x144x87 mm,
- Hmotnost: 1800 g,
- Poměrná úspora tepla: 10,72 % (viz. experimentální měření). [42]



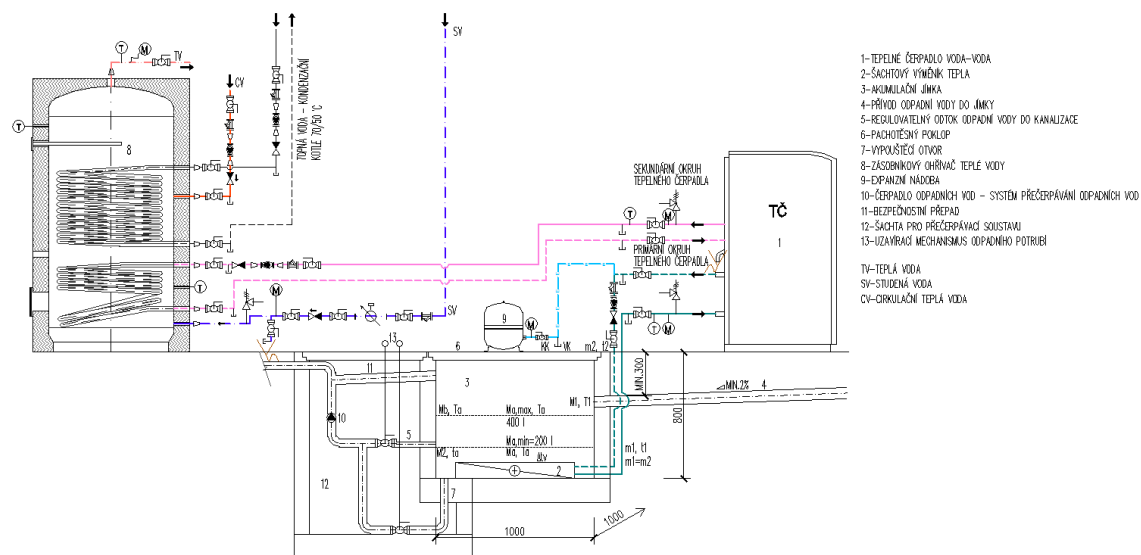
Obrázek 3.7 Rekuperační sprchový výměník NELA [42]

3.3.2 2. Varianta – smíšený ohřev s centrální rekuperací tepla z odpadní vody od skupiny zařizovacích předmětů

3.3.2.1 Koncept řešení

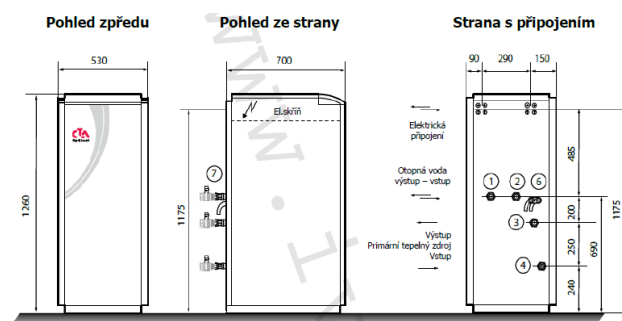
Popis navrženého řešení

Ze stejného provozu tzn. blok místností rehabilitací, lázní a masáží (1P01, 1P02, 1P05, 1P06 A 1P09) bude odváděna odpadní voda ze sprch, van a umyvadel do kanalizace přes akumulační jímku. Dojde k úpravě vnitřních rozvodů kanalizace, vybudování akumulační jímky odpadní vody s pachotěsným poklopem, šachty pro osazení přečerpávacího systému odpadních vod osazení šachtového výměníku tepla a tepelného čerpadla k ohřevu teplé vody.



Obrázek 3.8 Funkční schéma navrženého řešení – příprava TV – varianta 2

Část energie pro ohřev teplé vody bude získávána pomocí tepelného čerpadla voda – voda IVAR.HP OPTIHEAT ALL IN ONE 1-5es.



Obrázek 3.9 Rozměry navrženého tepelného čerpadla [45]

Zbytek potřebné energie pro ohřev teplé vody budou zajišťovat plynové kondenzační kotle stejně jako u 1. varianty. Systém ohřevu teplé vody pomocí tepelného čerpadla bude uveden v provozu při splnění podmínek: minimální objem odpadní vody v jímce $M_{a,min} = 200$ l a zároveň minimální teplota zachycených odpadních vod $T_{a,min} = 20$ °C. Akumulační jímka odpadních vod bude mít vnitřní půdorysné rozměry 1000x1000 mm a výšku 800 mm. Maximální dovolený objem $M_{a,max} = 400$ l. Při překročení maximálního dovoleného objemu dojde k sepnutí čerpadla odpadních vod a vyčerpání na minimální objem $M_{a,min}$. Navržené tepelné čerpadlo bude odebírat teplo odpadní vodě pomocí šachtového výměníku voda – voda. Šachtový výměník bude ocelový o rozměrech 750x750x150 mm, vyrobený na míru. Teplotní účinnost tohoto výměníku bude pro výpočty uvažována 40 %. K ohřevu teplé vody bude sloužit akumulční zásobník, který bude mít dva samostatné výměníky tepla pro topnou vodu z kondenzačních kotlů a z tepelného čerpadla.

Úspory

Úspora energie bude spočívat ve snížení potřebného tepelného výkonu, který dodávají plynové kondenzační kotle pro ohřev teplé vody. Část potřebného tepla bude dodávána tepelným čerpadlem.

Náklady na pořízení

Stanovit přesné náklady je v tomto případě značně obtížné, neboť nelze přesně odhadnout rozsah prací spojených s vybudováním tohoto systému. Mimo potřebné zařízení (tepelné čerpadlo včetně rozvodů, šachtový výměník a čerpací techniku odpadní vody) je nutné vybudovat akumulční jímku opatřenou pachotěsným poklopem, šachtu pro přečerpávací systém, nové rozvody vnitřní kanalizace a zapravení podlah v místě nových rozvodů. Náklady na pořízení systému jsou tak odhadovány jako:

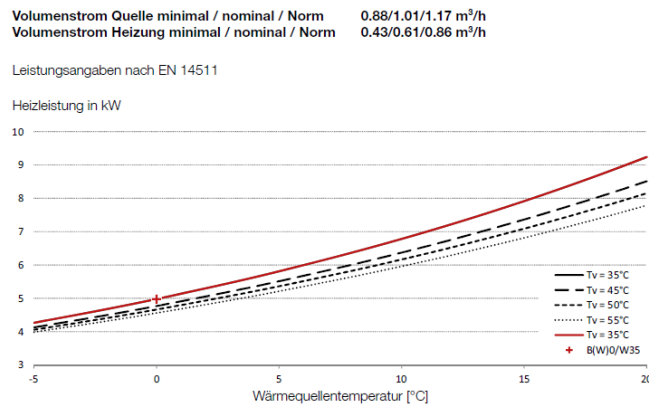
- Pořizovací cena tepelného čerpadla: 262 105 Kč [45]
- Jímka, čerpací technika, rozvody, zapravení podlah: 150 000 Kč

Náklady na provoz tepelného čerpadla činí 3,3 Kč/kWh (cena elektrické energie vysoký tarif) a 1,9 Kč/kWh (cena elektrické energie nízký tarif). Ceny jsou uvedeny včetně daně z elektřiny a DPH. [46]

3.3.2.2 Orientační parametry navrženého systému

Dostupný výkon pro ohřev teplé vody získaný z odpadní vody je funkcí průtoku a teploty ohřáté teplotonosné látky v primárním okruhu tepelného čerpadla a dále pak teploty vystupující topné vody z tepelného čerpadla:

$$Q_{T\check{C}} = f(m_1; t_1; \theta_1) \quad [\text{kW}] \quad (1.51)$$

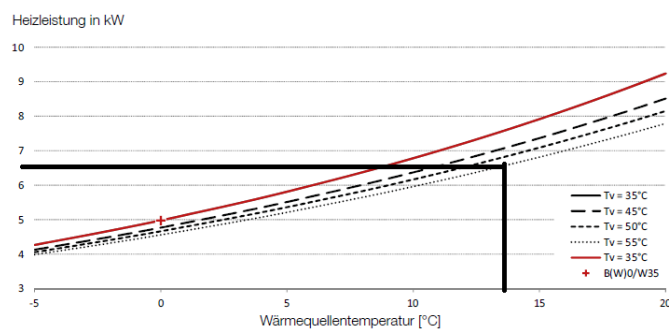


Obrázek 3.10 Závislost výkonu tepelného čerpadla na průtoku a teplotě ohřáté vody na primární straně a požadované vystupující teplotě topné vody z tepelného čerpadla [45]

Zvolené okrajové podmínky systému:

1. Minimální výkon tepelného čerpadla (minimální teplota zachycených odpadních vod, minimální přehřátí primárního okruhu tepelného čerpadla)
 - Průtok na primární straně tepelného čerpadla dle pokynů výrobce: $m_1 = m_2 = 1,0 \text{ m}^3 \text{h}^{-1} = 0,00028 \text{ m}^3 \text{s}^{-1} = \text{konst.}$
 - Teplotní spád primárního okruhu: $t_1/t_2 = 20/10 \text{ °C}$
 - Sepnutí oběhového čerpadla při teplotě vody v jímce odpadních vod $t_a \geq 20^\circ\text{C}$, $t_{a,\min} = 20^\circ\text{C}$
 - Účinnost šachtového tepelného výměníku $\eta = 40 \%$
 - Požadovaná teplota na výstupu z tepelného čerpadla $\theta_1 = 55^\circ\text{C}$

$$t_{1,\min} = \frac{\eta}{100} \cdot (T_{a,\min} - t_2) + t_2 = 0,4 \cdot (20 - 10) + 10 = 14 \text{ [°C]} \quad (1.52)$$



Obrázek 3.11 Stanovení minimálního výkonu tepelného čerpadla pro ohřev teplé vody [45]

Minimální tepelný výkon pro zvolené okrajové podmínky činí 6,6 kW. Teplonosná látka primárního okruhu se ohřeje o 4 °C. Potřebná plocha šachtového výměníku:

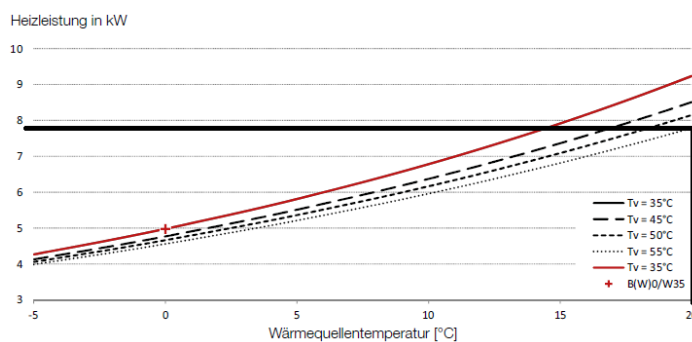
$$A_{sv} = \frac{Q_{\min}}{U \cdot \Delta t} = \frac{6600}{420 \cdot 8} = 1,96 \text{ [m}^2\text{]} \quad (1.53)$$

Povrchová plocha navrženého šachtového výměníku nestačí pro odhadovaný střední rozdíl teplot – nutné zvýšit přestupní plochu – výstupky, drážky apod.

2. Maximální výkon tepelného čerpadla (maximální možné předeřtí teplotnosné látky v primárním okruhu tepelného čerpadla)

- Průtok na primární straně tepelného čerpadla dle pokynů výrobce: $m_1=m_2=1,0 \text{ m}^3\text{h}^{-1}=0,00028 \text{ m}^3\text{s}^{-1} = \text{konst.}$
- Teplotní spád primárního okruhu: $t_1/t_2=20/10 \text{ }^\circ\text{C}$
- Maximální teplota předeřtí vody v primárním okruhu tepelného čerpadla $t_{1,\text{max}}=20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Účinnost šachtového tepelného výměníku $\eta=40 \text{ } \%$
- Požadovaná teplota na výstupu z tepelného čerpadla $\theta_1 = 55^\circ\text{C}$
- Minimální objem vody v akumulaci jímce $M_{a,\text{min}}=0,20 \text{ m}^3$
- Maximální vychlazení teplotnosné látky v primárním okruhu $\Delta t_v = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

$$T_{a,\text{max}} = \frac{(t_{1,\text{max}}-t_2)}{\frac{\eta}{100}} + t_2 = \frac{(20-10)}{0,4} + 10 = 35 \text{ } [^\circ\text{C}] \quad (1.54)$$



Obrázek 3.12 Stanovení maximálního výkonu tepelného čerpadla pro ohřev teplé vody [45]

Maximální tepelný výkon pro zvolené okrajové podmínky činí 7,9 kW. Minimální doba pro maximální vychlazení odpadní vody v jímce (tzn. doba, kdy bude v jímce minimální objem bez přítoku teplé odpadní vody při konstantní teplotě ohřáté vody v primárním okruhu):

$$\tau_{\text{min}} = \frac{\Delta t_v \cdot M_{a,\text{min}}}{m_1 \cdot (t_{1,\text{max}} - t_2)} = \frac{10 \cdot 0,2}{0,00028 \cdot (20 - 10)} = 720 \text{ [s]} = 12 \text{ [min]} \quad (1.55)$$

Pro maximální předeřtí teplotnosné látky v primárním okruhu tepelného čerpadla je zapotřebí minimálního množství odpadní vody 200 l o teplotě 35 °C. Při těchto parametrech tepelné čerpadlo vyrobí 7,9 kW tepla při výstupní teplotě sekundárního okruhu 55 °C. Při zvoleném průtoku v primárním okruhu dojde k maximálnímu vychlazení (o 10°C) za 12 min. Potřebná teplosměnná plocha šachtového výměníku:

$$A_{\text{šv}} = \frac{Q_{\text{min}}}{U \cdot \Delta t} = \frac{7900}{420 \cdot 20} = 0,94 \text{ [m}^2\text{]} \quad (1.56)$$

Povrchová plocha navrženého šachtového výměníku vyhoví pro odhadovaný střední rozdíl teplot.

3. Orientační průběh teplot v akumulaci jímce odpadních vod

- Průtok na primární straně tepelného čerpadla dle pokynů výrobce: $m_1=m_2=1,0 \text{ m}^3\text{h}^{-1}=0,00028 \text{ m}^3\text{s}^{-1} = \text{konst.}$
- Maximální teplota přehřátí vody v primárním okruhu tepelného čerpadla $t_{1,\text{max}}=20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Účinnost šachtového tepelného výměníku $\eta=40 \text{ } \%$
- Požadovaná teplota na výstupu z tepelného čerpadla $\theta_1 = 55^\circ\text{C}$
- Teplota vratu primárního okruhu $t_2=10 \text{ }^\circ\text{C} = \text{konst.}$
- Minimální/Maximální objem vody v akumulční jímce $V_{\text{min}}=0,20 \text{ m}^3/ V_{\text{max}}=0,40 \text{ m}^3$
- Maximální vychlazení vody v primárním okruhu $\Delta t_v = 10 \text{ }^\circ\text{C}$
- Zvolený časový krok výpočtu $\tau = 120 \text{ s}$
- Zjednodušení
 - Zanedbaní tepelných ztrát
 - Konstantní průtok odpadních vod do jímky (4x vana, 1x vřívkva, 4x sprcha, 8x umyvadlo při 80% využití provozu)

$$t_1 = \eta \cdot (T_a - t_2) + t_2 \quad [^\circ\text{C}] \quad (1.57)$$

$$T_a = \frac{(M_1 \cdot T_1 \cdot \tau + (M_a' - M_{\xi}) \cdot T_a')}{M_1 \cdot \tau + M_a' - M_{\xi}} - \frac{(t_1' - t_2') \cdot m_1 \cdot \tau}{M_a'} \quad [^\circ\text{C}] \quad (1.58)$$

kde: index ' znázorňuje hodnoty v předchozím kroku.

	Čas	Teplota T ₁ [°C]	Průtok odpadní vody do akumulační jímky M ₁ [l/s]	Teplota vody v zásobníku T ₂ [°C]	Množství vody v zásobníku M ₂ [l]	Množství čerpané vody M ₃ [l/s]	Teplota primárního okruhu t ₁ [°C]	Teplota primárního okruhu t ₂ [°C]	Průměrná hodnota t ₁ [°C]	Průměrný výkon TČ [kW]
	5:00	Začátek provozu								
	5:00	0	0	10	200	0	10	10	15,35	6,87
	5:02	31	0,177	12,02	221	0	10	10		
	5:04	32	0,177	13,77	242	0	10	10		
	5:06	33	0,177	15,32	264	0	10,00	10		
	5:08	36	0,177	16,86	285	0	10,00	10		
	5:10	36	0,177	18,19	306	0	10,00	10		
Sepnutí oběhového čerpadla	5:12	36	0,177	19,34	327	0	10,00	10		
	5:14	36	0,177	20,36	349	0	14,14	10		
	5:16	36	0,177	20,86	370	0	14,34	10		
Přečerpání odpadních vod	5:18	36	0,177	21,29	391	0	14,52	10		
	5:20	36	0,177	21,66	412	212	14,66	10		
	5:22	36	0,177	22,66	221	0	15,06	10		
	5:24	36	0,177	23,07	242	0	15,23	10		
	5:26	36	0,177	23,39	264	0	15,36	10		
	5:28	36	0,177	23,65	285	0	15,46	10		
	5:30	36	0,177	23,87	306	0	15,55	10		
	5:32	36	0,177	24,05	327	0	15,62	10		
	5:34	36	0,177	24,21	349	0	15,68	10		
	5:36	36	0,177	24,34	370	0	15,74	10		
Přečerpání odpadních vod	5:38	36	0,177	24,46	391	0	15,78	10		
	5:40	36	0,177	24,56	412	212	15,82	10		
	5:42	36	0,177	25,19	221	0	16,08	10		
	5:44	36	0,177	25,22	242	0	16,09	10		
	5:46	36	0,177	25,25	264	0	16,10	10		
	5:48	36	0,177	25,28	285	0	16,11	10		
	5:50	36	0,177	25,31	306	0	16,12	10		
	5:52	36	0,177	25,34	327	0	16,13	10		
	5:54	36	0,177	25,36	349	0	16,14	10		
	5:56	36	0,177	25,38	370	0	16,15	10		
Přečerpání odpadních vod	5:58	36	0,177	25,41	391	0	20,00	10		
	6:00	36	0,177	25,10	412	212	16,04	10		
	6:02	36	0,177	25,66	221	0	16,26	10		
	6:04	36	0,177	25,62	242	0	16,25	10		
	6:06	36	0,177	25,60	264	0	16,24	10		
	6:08	36	0,177	25,58	285	0	16,23	10		
	6:10	36	0,177	25,58	306	0	16,23	10		
	6:12	36	0,177	25,58	327	0	16,23	10		
	6:14	36	0,177	25,58	349	0	16,23	10		
	6:16	36	0,177	25,58	370	0	16,23	10		
Přečerpání odpadních vod	6:18	36	0,177	25,58	391	0	16,23	10		
	6:20	36	0,177	25,59	412	212	16,24	10		
	6:22	36	0,177	26,08	221	0	16,43	10		
	6:24	36	0,177	25,98	242	0	16,39	10		
	6:26	36	0,177	25,91	264	0	16,36	10		
	6:28	36	0,177	25,86	285	0	16,34	10		
	6:30	36	0,177	25,82	306	0	16,33	10		
	6:32	36	0,177	25,79	327	0	16,32	10		
	6:34	36	0,177	25,77	349	0	16,31	10		
	6:36	36	0,177	25,75	370	0	16,30	10		
Přečerpání odpadních vod	6:38	36	0,177	25,74	391	0	16,30	10		
	6:40	36	0,177	25,73	412	212	16,29	10		
	6:42	36	0,177	26,21	221	0	16,48	10		
	6:44	36	0,177	26,09	242	0	16,44	10		
	6:46	36	0,177	26,01	264	0	16,40	10		
	6:48	36	0,177	25,94	285	0	16,38	10		
	6:50	36	0,177	25,89	306	0	16,36	10		
	6:52	36	0,177	25,86	327	0	16,34	10		
	6:54	36	0,177	25,83	349	0	16,33	10		
	6:56	36	0,177	25,81	370	0	16,32	10		
	6:58	36	0,177	25,79	391	0	16,32	10		

Tabulka 3.24 Orientační průběhy teplot v akumulační jímce a získaný tepelný výkon 1

	Čas	Teplota T ₁ [°C]	Průtok odpadní vody do akumulační jímky M ₁ [l/s]	Teplota vody v zásobníku T ₃ [°C]	Množství vody v zásobníku M ₃ [l]	Množství čerpané vody M ₂ [l/s]	Teplota primárního okruhu t ₁ [°C]	Teplota primárního okruhu t ₂ [°C]	Průměrná hodnota t ₁ [°C]	Průměrný výkon TČ [kW]
Přečerpání odpadních vod	7:00	36	0,177	25,78	412	212	16,31	10	16,38	7,06
	7:02	36	0,177	26,25	221	0	16,50	10		
	7:04	36	0,177	26,12	242	0	16,45	10		
	7:06	36	0,177	26,03	264	0	16,41	10		
	7:08	36	0,177	25,97	285	0	16,39	10		
	7:10	36	0,177	25,91	306	0	16,37	10		
	7:12	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	7:14	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	7:16	36	0,177	25,82	370	0	16,33	10		
	7:18	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	7:20	36	0,177	25,79	412	212	16,32	10		
	7:22	36	0,177	26,26	221	0	16,50	10		
	7:24	36	0,177	26,13	242	0	16,45	10		
	7:26	36	0,177	26,04	264	0	16,42	10		
	7:28	36	0,177	25,97	285	0	16,39	10		
	7:30	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	7:32	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	7:34	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	7:36	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	7:38	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	7:40	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	7:42	36	0,177	26,26	221	0	16,51	10		
	7:44	36	0,177	26,14	242	0	16,45	10		
	7:46	36	0,177	26,04	264	0	16,42	10		
	7:48	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	7:50	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	7:52	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	7:54	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	7:56	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	7:58	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	8:00	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	8:02	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	8:04	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	8:06	36	0,177	26,04	264	0	16,42	10		
	8:08	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	8:10	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	8:12	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	8:14	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	8:16	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	8:18	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	8:20	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	8:22	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	8:24	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	8:26	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	8:28	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	8:30	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	8:32	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	8:34	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	8:36	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	8:38	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	8:40	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	8:42	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	8:44	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	8:46	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	8:48	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	8:50	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	8:52	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	8:54	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	8:56	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	8:58	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		

Tabulka 3.25 Orientační průběhy teplot v akumulační jímce a získaný tepelný výkon 2

	Čas	Teplota T ₁ [°C]	Průtok odpadní vody do akumulační jímky M ₁ [l/s]	Teplota vody v zásobníku T _s [°C]	Množství vody v zásobníku M _s [l]	Množství čerpané vody M _č [l/s]	Teplota primárního okruhu t ₁ [°C]	Teplota primárního okruhu t ₂ [°C]	Průměrná hodnota t ₁ [°C]	Průměrný výkon TČ [kW]
Přečerpání odpadních vod	9:00	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10	16,38	7,06
	9:02	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	9:04	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	9:06	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	9:08	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	9:10	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	9:12	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	9:14	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	9:16	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	9:18	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	9:20	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	9:22	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	9:24	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	9:26	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	9:28	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	9:30	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	9:32	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	9:34	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	9:36	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	9:38	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	9:40	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	9:42	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	9:44	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	9:46	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	9:48	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	9:50	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	9:52	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	9:54	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	9:56	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	9:58	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	10:00	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	10:02	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	10:04	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	10:06	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	10:08	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	10:10	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	10:12	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	10:14	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	10:16	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	10:18	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	10:20	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	10:22	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	10:24	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	10:26	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	10:28	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	10:30	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	10:32	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	10:34	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	10:36	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	10:38	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	10:40	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	10:42	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	10:44	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	10:46	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	10:48	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	10:50	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	10:52	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	10:54	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	10:56	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	10:58	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		

Tabulka 3.26 Orientační průběhy teplot v akumulační jímce a získaný tepelný výkon 3

	Čas	Teplota T_1 [°C]	Průtok odpadní vody do akumulační jímky M_1 [l/s]	Teplota vody v zásobníku T_3 [°C]	Množství vody v zásobníku M_3 [l]	Množství čerpané vody M_2 [l/s]	Teplota primárního okruhu t_1 [°C]	Teplota primárního okruhu t_2 [°C]	Průměrná hodnota t_1 [°C]	Průměrný výkon TČ [kW]
Přečerpání odpadních vod	11:00	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10	16,38	7,06
	11:02	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	11:04	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	11:06	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	11:08	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	11:10	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	11:12	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	11:14	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	11:16	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	11:18	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	11:20	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	11:22	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	11:24	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	11:26	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	11:28	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	11:30	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	11:32	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	11:34	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	11:36	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	11:38	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	11:40	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	11:42	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	11:44	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	11:46	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	11:48	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	11:50	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	11:52	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	11:54	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	11:56	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	11:58	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	12:00	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	12:02	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	12:04	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	12:06	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	12:08	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	12:10	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	12:12	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	12:14	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	12:16	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	12:18	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	12:20	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	12:22	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	12:24	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	12:26	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	12:28	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	12:30	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	12:32	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	12:34	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	12:36	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	12:38	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	12:40	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	12:42	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	12:44	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	12:46	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	12:48	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	12:50	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	12:52	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	12:54	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	12:56	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	12:58	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		

Tabulka 3.27 Orientační průběhy teplot v akumulační jímce a získaný tepelný výkon 4

	Čas	Teplota T ₁ [°C]	Průtok odpadní vody do akumulační jímky M ₁ [l/s]	Teplota vody v zásobníku T ₂ [°C]	Množství vody v zásobníku M ₂ [l]	Množství čerpané vody M ₃ [l/s]	Teplota primárního okruhu t ₁ [°C]	Teplota primárního okruhu t ₂ [°C]	Průměrná hodnota t ₁ [°C]	Průměrný výkon TČ [kW]
Přečerpání odpadních vod	13:00	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10	16,38	7,06
	13:02	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	13:04	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	13:06	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	13:08	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	13:10	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	13:12	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	13:14	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	13:16	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	13:18	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	13:20	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	13:22	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	13:24	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	13:26	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	13:28	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	13:30	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	13:32	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	13:34	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	13:36	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	13:38	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	13:40	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	13:42	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	13:44	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	13:46	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	13:48	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	13:50	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	13:52	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	13:54	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	13:56	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	13:58	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	14:00	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	14:02	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	14:04	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	14:06	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	14:08	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	14:10	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	14:12	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	14:14	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	14:16	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	14:18	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	14:20	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	14:22	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	14:24	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	14:26	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	14:28	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	14:30	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	14:32	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	14:34	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	14:36	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	14:38	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	14:40	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	14:42	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	14:44	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	14:46	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	14:48	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	14:50	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	14:52	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	14:54	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	14:56	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	14:58	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		

Tabulka 3.28 Orientační průběhy teplot v akumulační jímce a získaný tepelný výkon 5

	Čas	Teplota T ₁ [°C]	Průtok odpadní vody do akumulační jímky M _i [l/s]	Teplota vody v zásobníku T _s [°C]	Množství vody v zásobníku M _s [l]	Množství čerpané vody M _z [l/s]	Teplota primárního okruhu t ₁ [°C]	Teplota primárního okruhu t ₂ [°C]	Průměrná hodnota t ₁ [°C]	Průměrný výkon TČ [kW]
Přečerpání odpadních vod	15:00	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10	16,38	7,06
	15:02	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	15:04	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	15:06	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	15:08	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	15:10	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	15:12	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	15:14	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	15:16	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	15:18	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	15:20	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	15:22	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	15:24	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	15:26	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	15:28	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	15:30	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	15:32	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	15:34	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	15:36	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	15:38	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	15:40	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	15:42	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	15:44	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	15:46	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	15:48	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	15:50	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	15:52	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	15:54	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	15:56	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	15:58	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	16:00	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	16:02	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	16:04	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	16:06	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	16:08	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	16:10	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	16:12	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	16:14	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	16:16	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	16:18	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	16:20	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	16:22	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	16:24	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	16:26	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	16:28	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	16:30	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	16:32	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	16:34	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	16:36	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	16:38	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		
Přečerpání odpadních vod	16:40	36	0,177	25,80	412	212	16,32	10		
	16:42	36	0,177	26,27	221	0	16,51	10		
	16:44	36	0,177	26,14	242	0	16,46	10		
	16:46	36	0,177	26,05	264	0	16,42	10		
	16:48	36	0,177	25,98	285	0	16,39	10		
	16:50	36	0,177	25,92	306	0	16,37	10		
	16:52	36	0,177	25,88	327	0	16,35	10		
	16:54	36	0,177	25,85	349	0	16,34	10		
	16:56	36	0,177	25,83	370	0	16,33	10		
	16:58	36	0,177	25,81	391	0	16,32	10		

Tabulka 3.29 Orientační průběhy teplot v akumulační jímce a získaný tepelný výkon 6

	Čas	Teplota T ₁ [°C]	Průtok odpadní vody do akumulační jímky M ₁ [l/s]	Teplota vody v zásobníku T ₁ [°C]	Množství vody v zásobníku M ₂ [l]	Množství čerpané vody M ₃ [l/s]	Teplota primárního okruhu t ₁ [°C]	Teplota primárního okruhu t ₂ [°C]	Průměrná hodnota t ₁ [°C]	Průměrný výkon TČ [kW]
Přečerpání odpadních vod	17:00	36	0,118	25,63	405	205	16,25	10	15,51	6,89
	17:02	36	0,118	25,80	214	0	16,32	10		
	17:04	36	0,118	25,45	228	0	16,18	10		
	17:06	36	0,118	25,16	242	0	16,07	10		
	17:08	36	0,118	24,93	257	0	15,97	10		
	17:10	36	0,118	24,73	271	0	15,89	10		
	17:12	36	0,118	24,57	285	0	15,83	10		
	17:14	36	0,118	24,43	299	0	15,77	10		
	17:16	36	0,118	24,31	313	0	15,72	10		
	17:18	36	0,118	24,20	327	0	15,68	10		
	17:20	36	0,118	24,11	342	0	15,65	10		
	17:22	36	0,118	24,04	356	0	15,61	10		
	17:24	36	0,118	23,97	370	0	15,59	10		
	17:26	36	0,118	23,91	384	0	15,56	10		
	17:28	36	0,118	23,85	398	0	15,54	10		
Přečerpání odpadních vod	17:30	36	0,118	23,81	412	212	15,52	10		
	17:32	36	0,118	24,17	214	0	15,67	10		
	17:34	36	0,118	24,02	228	0	15,61	10		
	17:36	36	0,118	23,90	242	0	15,56	10		
	17:38	36	0,118	23,80	257	0	15,52	10		
	17:40	36	0,118	23,72	271	0	15,49	10		
	17:42	36	0,118	23,66	285	0	15,46	10		
	17:44	36	0,118	23,60	299	0	15,44	10		
	17:46	36	0,118	23,56	313	0	15,42	10		
	17:48	36	0,118	23,52	327	0	15,41	10		
	17:50	36	0,118	23,49	342	0	15,39	10		
	17:52	36	0,118	23,46	356	0	15,38	10		
	17:54	36	0,118	23,43	370	0	15,37	10		
	17:56	36	0,118	23,41	384	0	15,36	10		
Přečerpání odpadních vod	17:58	36	0,118	23,39	398	0	15,36	10		
	18:00	36	0,118	23,38	412	212	15,35	10		
	18:02	36	0,118	23,78	214	0	15,51	10		
	18:04	36	0,118	23,68	228	0	15,47	10		
	18:06	36	0,118	23,60	242	0	15,44	10		
	18:08	36	0,118	23,54	257	0	15,41	10		
	18:10	36	0,118	23,49	271	0	15,39	10		
	18:12	36	0,118	23,44	285	0	15,38	10		
	18:14	36	0,118	23,41	299	0	15,36	10		
	18:16	36	0,118	23,38	313	0	15,35	10		
	18:18	36	0,118	23,36	327	0	15,34	10		
	18:20	36	0,118	23,34	342	0	15,33	10		
	18:22	36	0,118	23,32	356	0	15,33	10		
	18:24	36	0,118	23,31	370	0	15,32	10		
	18:26	36	0,118	23,29	384	0	15,32	10		
	18:28	36	0,118	23,28	398	0	15,31	10		
Přečerpání odpadních vod	18:30	36	0,118	23,28	412	212	15,31	10		
	18:32	36	0,118	23,69	214	0	15,48	10		
	18:34	36	0,118	23,60	228	0	15,44	10		
	18:36	36	0,118	23,53	242	0	15,41	10		
	18:38	36	0,118	23,47	257	0	15,39	10		
	18:40	36	0,118	23,43	271	0	15,37	10		
	18:42	36	0,118	23,39	285	0	15,36	10		
	18:44	36	0,118	23,36	299	0	15,35	10		
	18:46	36	0,118	23,34	313	0	15,34	10		
	18:48	36	0,118	23,32	327	0	15,33	10		
	18:50	36	0,118	23,30	342	0	15,32	10		
	18:52	36	0,118	23,29	356	0	15,32	10		
	18:54	36	0,118	23,28	370	0	15,31	10		
	18:56	36	0,118	23,27	384	0	15,31	10		
	18:58	36	0,118	23,26	398	0	15,30	10		

Tabulka 3.30 Orientační průběhy teplot v akumulační jímce a získaný tepelný výkon 7

3.3.2.3 Ekonomické vyhodnocení

- Teplo získané z odpadní vody:

$$Q_{ZZT} = Q_{\check{c}} \cdot \tau \quad [\text{kWh}] \quad (1.59)$$

kde: τ - časový interval [h].

- Spotřeba elektrické energie:

$$Q_{el} = \frac{Q_{ZZT}}{COP} \quad [\text{kWh}] \quad (1.60)$$

- Cena za elektřinu:

$$C_{n,el} = C_{el} \cdot Q_{el} \quad [\text{Kč}] \quad (1.61)$$

kde: C_{el} - cena za kWh elektrické energie: NT = 1,9 Kč, VT = 3,3 Kč
(s DPH 21 % + daň z elektřiny, sazba D26d). [46]

- Úspora za uvažovaný časový interval:

$$U = C_{pl} \cdot Q_{el} - C_{n,el} \quad [\text{Kč}] \quad (1.62)$$

kde: C_{pl} - cena za kWh zemního plynu $C_{pl}=1,42$ Kč/kWh (s DPH 21 %) – cena za zemní plyn. [43]

- Úspora za den:

$$U_{den} = \sum U \quad [\text{Kč}] \quad (1.63)$$

Celkové procentuální předpokládané časové rozložení dobru TV za den									
Teplo [kWh]	od 0:00 do 5:00	od 5:00 do 7:00	od 7:00 do 9:00	od 9:00 do 11:00	od 11:00 do 13:00	od 13:00 do 15:00	od 15:00 do 17:00	od 17:00 do 19:00	od 19:00 do 24:00
	0,0	12,9	14,1	13,8	14,8	16,6	17,8	9,5	0,4
Odebrané $Q_{2t,t}$	0,0	60,5	66,1	64,9	69,2	78,0	83,5	44,7	1,7
Ztracené $Q_{2z,t}$	0,0	18,1	19,8	19,5	20,8	23,4	25,0	13,4	0,5
Celkem $Q_{2p,t}$	0,0	78,6	86,0	84,4	90,0	101,4	108,5	58,1	2,2
Získané z odpadní vody Q_{zzt}	0,00	13,73	14,11	14,11	14,11	14,11	14,11	13,79	0,00
COP	3,80								
Spotřeba el. energie Q_{el}	0,000	3,613	3,714	3,714	3,714	3,714	3,714	3,629	0,000
Ekonomické vyhodnocení									
Uvažovaná cena za kWh el. C_{el} [Kč]	3,3	3,3	3,3	1,9	1,9	1,9	1,9	3,3	3,3
Cena za elektřinu $C_{n,el}$	0,000	11,924	12,255	7,056	7,056	7,056	7,056	11,974	0,000
Úspora U [Kč]	0,00	7,57	7,78	12,98	12,98	12,98	12,98	7,61	0,00
Denní úspora U_{den} [Kč]	74,9								
Roční úspora U_{rok} [Kč]	19 472								
Návratnost N_1 [rok]	21								

Tabulka 3.31 Návratnost navrženého řešení – varianta 2.

Závěr

Prostá doba návratnosti navrženého systému pro zvolené a odhadované parametry činí přibližně 21 let. Z důvodu dlouhé doby návratnosti, která je vyšší než předpokládaná životnost navržených zařízení, se tento systém jeví jako ekonomicky nevýhodný. Efektivita systému by se dala teoreticky zvýšit vyvinutím jiné konstrukce šachtového výměníku, která by přinesla jeho větší účinnost. Těžko však předpokládat, že by se uvažovaná účinnost 40 % rapidně zvýšila. Tento systém by bylo vhodnější uplatnit u objektů s provozem, u kterých je vyšší produkce odpadních vod. Jako příklad lze uvést bazény, wellness centra nebo koupaliště. V zájmovém objektu je produkce odpadních vod limitována (napojení zařizovacích předmětů pouze v nově budovaných místnostech rehabilitací, napojení ostatních místností, které však nepředstavují vysoký potenciál

pro využití odpadního tepla, by bylo technicky velmi složité a nákladné. V objektu se navíc nenachází vhodný prostor, pro vybudování akumulární jímky větších rozměrů.

Z důvodu ekonomické neefektivity a problematického technického provedení se tato varianta nepoužije. V rámci této zůstane tato varianta pouze ve formě studie.

4 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES

4.1 Obecný postup výpočtu

Návrh teplotního spádu: **65/50 [°C] – kondenzační kotel**

- Rozdílový ukazatel (opravný součinitel na teplotní rozdíl):

$$c = \frac{(t_{w2} - t_i)}{(t_{w1} - t_i)} \quad [-] \quad (1.64)$$

kde: t_i - je navrhovaná zimní teplota v místnosti [°C],
 t_{w1} - je teplota topné vody na přívodním potrubí [°C],
 t_{w2} - je teplota topné vody na vratném potrubí [°C].

- Přepočet výkonu otopného tělesa:

1. Je-li $c \geq 0,70$

$$Q_{ot} = Q_n \cdot \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_n} \right)^n \quad [W] \quad (1.65)$$

kde: Q_n - je výkon otopného tělesa, který udává výrobce [W],
 n - je teplotní exponent: – pro desková otopná tělesa $n = 1,30$,
– pro trubková otopná tělesa $n = 1,20 - 1,30$,
– pro konvektory $n = 1,30 - 1,50$.

$$\Delta t = \frac{t_{w1} + t_{w2}}{2} - t_i \quad [°C] \quad (1.66)$$

2. Je-li $c < 0,70$

$$Q_{ot} = Q_n \cdot \left(\frac{\Delta t_{ln}}{\Delta t_{ln,n}} \right)^n \quad [W] \quad (1.67)$$

$$\Delta t_{ln} = \frac{t_{w1} + t_{w2}}{\ln \left(\frac{t_{w1} - t_i}{t_{w2} - t_i} \right)} \quad [°C] \quad (1.68)$$

Skutečný výkon otopných těles:

$$Q_{ot,skut} = Q_{ot} \cdot \phi \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 \quad [W] \quad (1.69)$$


- kde:
- Φ - je součinitel zohledňující způsob připojení otopných těles
 - z_1 - je součinitel na úpravu okolí – zákryty, parapet...
 - z_2 - je součinitel zohledňující počet článků otopných těles
 - z_3 - je součinitel na umístění tělesa v místnosti

4.2 Popis navrhovaných otopných těles

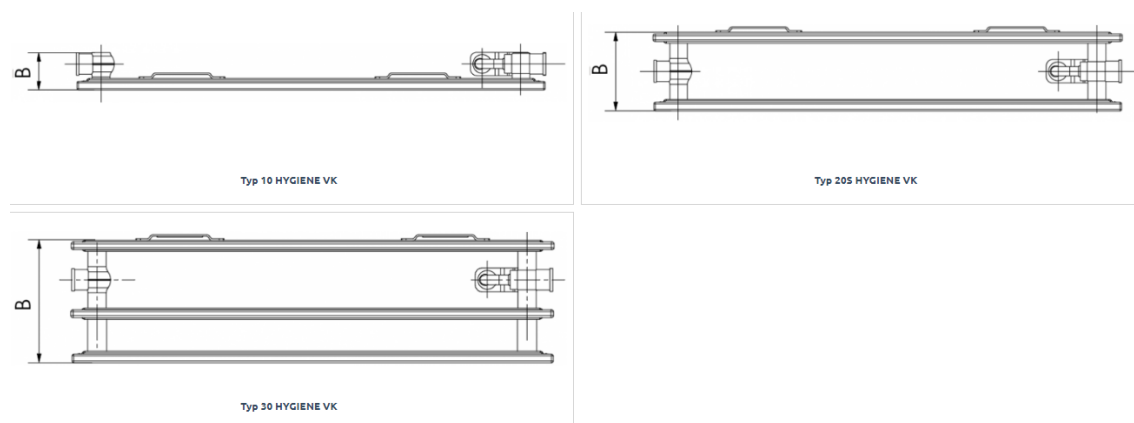
4.2.1 Desková otopná tělesa

4.2.1.1 Charakteristika

Ve většině vytápěných místností v objektu jsou navržena otopná tělesa **KORADO RADIK HYGIENE VK**. Jedná se o deskové otopné těleso určené do prostředí s vysokými požadavky na hygienu a čistotu s hladkou čelní deskou a s pravým spodním připojením. [47]

	Výška (H)	503, 603, 703 mm
	Délka (L)	404, 504, 604, 704, 804, 904, 1004, 1104, 1204, 1404, 1604, 1804, 2004 mm
	Hloubka (B)	
	- Typ 10 HYGIENE VK	49 mm
	- Typ 20S HYGIENE VK	102 mm
	- Typ 30 HYGIENE VK	157 mm
	Připojovací rozteč	50 mm
	Připojovací závit	6 × G½ vnitřní
	Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
	Nejvyšší přípustná provozní teplota (°C)	110 °C
	Připojení otopného tělesa	pravé spodní
	Tlaková ztráta	U dvoutrubkové otopné soustavy pro správnou funkci otopných těles je nezbytné stanovit výpočtem a uvést v projektové dokumentaci stupeň přednastavení ventilu . Při realizaci otopné soustavy musí být montážní firmou respektován.

Obrázek 4.1 Technické parametry otopných těles RADIK HYGIENE VK [47]



Obrázek 4.2 Přehled typů otopných těles RADIK HYGIENE VK [47]

Tepelný výkon přepočítaný na $\Delta T = 50$; ($t_1/t_2/t_3 = \text{při } 75/65/20^\circ\text{C}$)

Délka [mm]	Typ 10 HYGIENE VK			Typ 205 HYGIENE VK			Typ 30 HYGIENE VK		
	Výška [mm]			Výška [mm]			Výška [mm]		
	503	603	703	503	603	703	503	603	703
404	174	200	225	326	380	433	466	539	607
504	217	250	280	407	474	540	581	672	758
604	260	300	336	488	566	647	696	805	906
704	303	349	391	569	662	755	812	938	1058
804	347	399	447	650	757	862	927	1072	1208
904	390	448	503	730	851	969	1042	1205	1359
1004	433	498	558	811	945	1076	1158	1338	1509
1104	476	548	614	892	1039	1183	1273	1472	1659
1204	519	597	669	973	1133	1291	1388	1605	1810
1404	605	696	781	1134	1321	1505	1619	1872	2110
1604	691	796	892	1296	1509	1719	1849	2138	2411
1804	778	895	1003	1458	1698	1934	2080	2405	2711
2004	864	994	1114	1619	1886	2148	2311	2671	3012

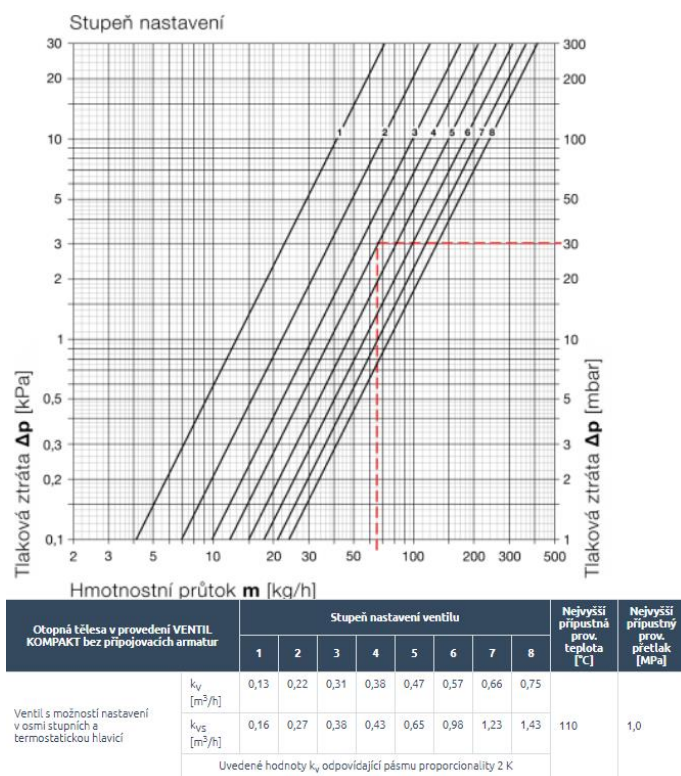
Tabulka 4.1 Přehled tepelných výkonů otopných těles RADIK HYGIENE VK [47]

4.2.1.2 Hydraulická regulace

Všechna otopná tělesa RADIK HYGIENE VK budou hydraulicky zregulována pomocí 8-mi stupňového ventilu **Radik VENTIL KOMPAKT**. Stupeň přednastavení je uveden v následující kapitole a ve výkresové dokumentaci. Označení: TPV (X), kde hodnota X značí stupeň přednastavení, který byl určen pomocí diagramu a kv hodnot. Z výroby je ventil přednastavený na hodnotu X=8. Po proplachu a ještě před zahájením topné zkoušky musí být ventil nastaven na příslušnou polohu. To se provádí pomocí speciálního klíče. [48]



Obrázek 4.3 8-mi stupňový ventil Radik VENTIL KOMPAKT [48]



Obrázek 4.4 Diagram pro určení tlakové ztráty a kv hodnoty pro různé stupně přednastavení Radik VENTIL KOMPAKT [48]

4.2.1.3 Připojení

Všechna otopná tělesa RADIK HYGIENE VK budou napojena na otopnou soustavu pomocí kompaktní připojovací armatury **Hydronic M176** – připojovací šroubení typu H pro připojení těles typu Ventil Kompakt na 2 – trubkové rozvody. Armatura ve výkresové dokumentaci označena HRŠY, Y znamená konkrétní průměr.



pro měděné potrubí	
Ø [mm]	obj. č.
10	677 610 00
12	677 612 00
14	677 614 00
15	677 615 00
16	677 616 00

Technický popis

Oblast použití:
rozvody tepla, 2-trubkové rozvody

Jmenovitý tlak: PN 10

Max. diferenční tlak: 100 kPa

Max. pracovní teplota: 120 °C

Médium:
voda nebo neutrální roztoky, jiné médium na dotaz.

Povrchová úprava:
mosazné části jsou poniklovány

Přednosti

- vhodné pro většinu těles typu Ventil Kompakt s připojením 3/4" vnější závit nebo 1/2" vnitřní závit (s redukcí M 532)
- přímé i rohové provedení
- uzavírání přívodního i zpětného potrubí
- standardní připojení Eurokonus 3/4", k dispozici je celá řada připojovacích šroubení pro měděné trubky, PEX i PEX-AL-PEX potrubí

Uzavírání

Sejměte ochranné krytky a pomocí 6 mm imbusového klíče otáčením po směru hodinových ručiček uzavřete vstup i výstup z tělesa.

Obrázek 4.5 Technické parametry navržené připojovací armatury [49]

4.2.1.4 Příslušenství

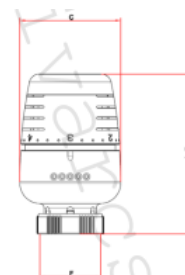
Termostatická hlavice

Návrh: **IVAR.T 5000** kapalinová termostatická hlavice pro individuální nastavení teploty v jednotlivých místnostech.

- rozsah nastavení 6,5 °C ÷ 28 °C
- hystereze 0,5 K
- doba odezvy (Z) 30 minut
- maximální teplota provozní kapaliny 100 °C
- neměnnost tepelného prvku v rozsahu -15 °C až +60 °C
- střední nastavení „3“ odpovídá teplotě v prostoru 20 °C
- připojovací rozměr M30 x 1,5
- materiál: tělo a kryt plast směs PC a ABS, matice niklovaná mosaz CW617N
- barevné provedení: bílá RAL 9010, provedení chrom na objednávku
- možnost aretace rozsahu nastavené teploty nebo pevné aretace teploty
- použitelná k termostatickým ventilům řady IVAR.VD, VS, VCD, VCS, VCR, M – ventil a k otopným tělesům typ ventil kompaktní

	1	2	3	4	5

	6.5	12°	16°	20°	24°
				28°	



Kód	A (mm)	B (mm)	C (mm)	F
501172	73	78	50	M30 x 1,5

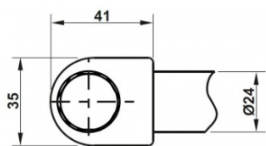
Obrázek 4.6 Technické parametry termostatické hlavice IVAR.T 5000 [50]

Dřevěný zákryt

Vyznačená otopná tělesa ve výkresové dokumentaci budou vybavena ochranným dřevěným zákrytem. Jedná se především o veřejné prostory objektu, které budou navštěvovat děti – dětské oddělení. Vliv zákrytu je ve výpočtu zahrnutý pomocí součinitele z_1 .

4.2.2 Trubková koupelnová otopná tělesa

V místnosti 1P36 je navrženo trubkové otopné těleso **RADIK KORALUX LINEAR MAX-M**. Tělesa jsou vyrobena z uzavřených ocelových profilů s průřezem ve tvaru "D" a rovných profilů s kruhovým průřezem. Těleso má spodní středové připojení s připojovací roztečí 50 mm. [51]



Ocelové trubky Ø 24 mm
Ocelový profil 41 × 35 mm

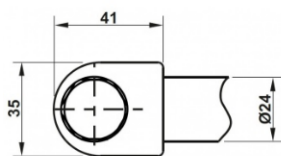
Výška (H)	690, 900, 1215, 1495, 1810 mm
Délka (L)	450, 600, 750 mm
Hloubka (B)	35 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 × G½ vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Zkušební tlak	1,3 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota (°C)	110 °C
Součinitel odporu (DN 15)	$\xi_T = 9,3$
Průtokový součinitel	$A_T = 9,3 \times 10^{-5} \text{ m}^2$
Tlaková ztráta	Tlaková ztráta otopného tělesa pro dané provozní podmínky se stanoví výpočtem pomocí hodnoty průtokového součinitele A_T popř. součinitele odporu ξ_T .

Obrázek 4.7 Technické parametry RADIK KORALUX LINEAR MAX-M [51]

KORALUX LINEAR MAX - M					
Výška [mm]					
690	900	1215	1495	1810	Délka [mm]
320	411	557	686	833	450
422	543	736	906	1101	600
524	673	913	1124	1367	750

Tabulka 4.2 Tepelné výkony RADIK KORALUX LINEAR MAX-M ($\Delta T = 50$; ($t_1/t_2/t_i = p$ při 75/65/20 °C) [51]

V místnostech 1P16 a 1P32 jsou navržena otopná tělesa **RADIK KORALUX LINEAR COMFORT-M**. Tato tělesa jsou vyrobena ze stejných profilů jako RADIK KORALUX LINEAR MAX-M se spodním středovým připojením.



Ocelové trubky Ø 24 mm
Ocelový profil 41 × 35 mm

Výška (H)	700, 900, 1220, 1500, 1820 mm
Délka (L)	450, 500, 600, 750 mm
Hloubka (B)	35 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 × G½ vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Zkušební tlak	1,3 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota (°C)	110 °C
Součinitel odporu (DN 15)	$\xi_T = 9,3$
Průtokový součinitel	$A_T = 9,3 \times 10^{-5} \text{ m}^2$
Tlaková ztráta	Tlaková ztráta otopného tělesa pro dané provozní podmínky se stanoví výpočtem pomocí hodnoty průtokového součinitele A_T popř. součinitele odporu ξ_T .

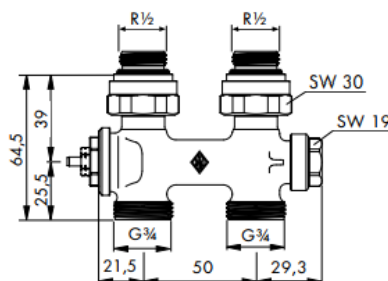
Obrázek 4.8 Technické parametry RADIK KORALUX LINEAR COMFORT-M [52]

KORALUX LINEAR COMFORT - M					
Výška [mm]					
700	900	1220	1500	1820	Délka [mm]
287	369	504	626	772	450
315	405	553	687	848	500
370	475	650	808	996	600
450	579	791	984	1213	750

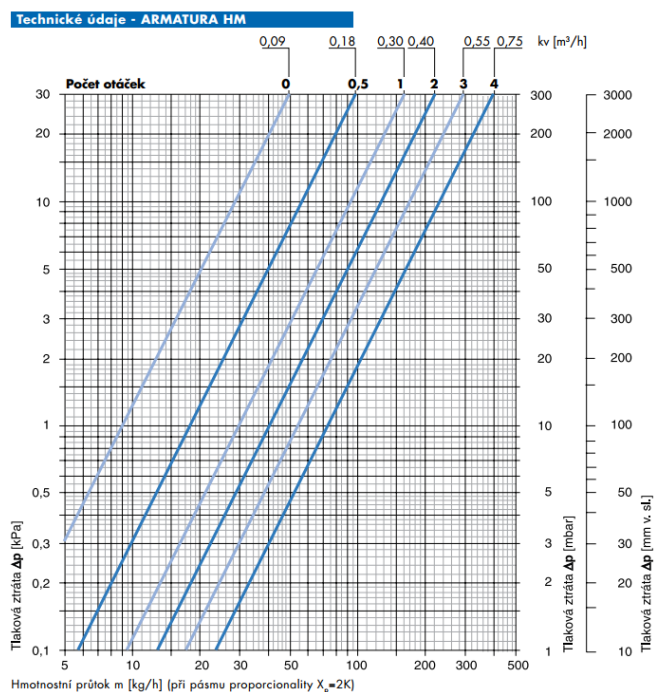
Tabulka 4.3 Tepelné výkony RADIK KORALUX LINEAR COMFORT-M ($\Delta T = 50$; $(t_1/t_2/t_i = \text{při } 75/65/20^\circ\text{C})$ [52]

4.2.2.1 Hydraulická regulace a připojení

Funkci regulace a připojení bude zajišťovat kombinovaná HM armatura přímá, která umožňuje připojení otopných těles typu KORALUX na otopnou soustavu (spodní připojení s roztečí 50 mm), odpojení tělesa od soustavy bez přerušení provozu a přednastavení průtoku tělesem. Součástí dodávky je i termostatická hlavice. Označení HM(Z), Z značí hodnotu přednastavení. [53]



Obrázek 4.9 Rozměry navržené připojovací armatury HM [53]



ARMATURA HM s termostatickou hlavicí	X_p [K]	q_v [m³/h] při přednastavení na stupeň (počet otáček)						k_v [m³/h]	Max. teplota [°C]	Max. provozní tlak [bar]	Max. tlaková diference, při níž ventil ještě uzavírá Δp [bar]
		0	0,5	1	2	3	4				
DN 15 (1/2") přímá a rohová arma- tura; dvoutrubková otopná soustava	1	0,09	0,17	0,22	0,25	0,28	0,38	1,10	120	10	1,0
	2	0,09	0,18	0,30	0,40	0,55	0,75				

Obrázek 4.10 Technické parametry armatury HM [53]

Technické údaje – termostatické hlavice

- přípojovací závit M 30 x 1,5
- rozsah hodnoty nastavení 6°C až 28°C
- možnost blokace nebo omezení rozsahu nastavení požadovaných hodnot
- barva bílá nebo odstín „chrom“

Obrázek 4.11 Technické údaje – termostatické hlavice [53]

4.2.3 Konvektory

V místnostech 1N01, 1N12 a 1N13 jsou navrženy konvektory KORADO Koralline LK Exklusiv – otopná lavice se spodním připojením, bez ventilátoru. Provedení Exclusive - ocelový pozinkovaný plech lakovaný v odstínu RAL 9010 s hliníkovou eloxovanou mřížkou bez povrchové úpravy. [54]

Výška tělesa lavice (mm)	90, 150, 300, 450, 600
Šířka (mm)	180, 240
Délka (mm)	800 - 3000 (po 200 mm)
Výkon (W)	od 385 do 3435
Maximální pracovní tlak (Mpa)	1,2
Maximální pracovní teplota (°C)	110 °C
Maximální povrchová teplota (°C)	40 °C
Přípojovací závit	vnitřní G 1/2"
Způsob připojení	spodní doporučené, boční

Obrázek 4.12 Technické parametry KORADO Koralline LK Exklusiv [54]

Tepelný výkon přepočítaný na $\Delta T = 50$; $(t_1/t_2/t_3 = \text{při } 75/65/20 \text{ °C})$													
$\Delta T = 50 \text{ °C}$		Délka [mm]											
Výška [mm]	Hloubka [mm]	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
90	180	385	508	631	754	877	1001	1123	1246	1369	1492	1615	1738
90	240	574	757	940	1123	1307	1491	1673	1855	2038	2221	2404	2587
150	180	589	743	897	1052	1207	1362	1517	1671	1826	1980	2135	2290
150	240	916	1145	1374	1603	1833	2061	2290	2519	2748	2977	3206	3435
300	180	760	950	1140	1330	1520	1710	1900					
300	240	1112	1390	1668	1946	2224	2502	2780					
450	180	857	1071	1285	1499	1714	1927	2141					
450	240	1274	1593	1911	2230	2549	2869	3188					
600	180	934	1168	1401	1635	1870	2104	2338					
600	240	1374	1717	2060	2403	2746	3089	3432					

Tabulka 4.4 Tepelné výkony KORADO Koralline LK Exklusiv [54]

4.2.3.1 Hydraulická regulace a připojení

Konvektory budou napojeny na otopnou soustavu pomocí sady, která je součástí dodávky tělesa. Sada obsahuje ventilové těleso s možností přednastavení průtoku Danfoss RA-N 15, termostatickou hlavici a prodlužovací kus. Zregulování je označeno RA-N 15 (W), W značí stupeň přednastavení. [55]

Ventil RA-N 15

- termostatický ventil
- Danfoss RA-N 15 1/2" (speciálně upraven pro lavice KORALINE)
- ventilové těleso s možností přednastavení průtoku
- průtok možno nastavit bez pomoci nástrojů
- základní nastavení lze volit v 7 stupních
- maximální pracovní přetlak 10 Bar
- maximální pracovní teplota 120 °C
- bezzávitové spojení s termostatickou hlavici

Stupeň přednastavení	1	2	3	4	5	6	7	N
Kv	0,16	0,20	0,25	0,36	0,47	0,59	0,74	0,81



Termostatická hlavice

- termostatická paroplynová hlavice Danfoss RA 2980
- nejrychlejší reakční čas
- pojistka proti odcizení
- omezovací/blokovací kolíky nastavení teploty



Prodlužovací kus

- slouží k dorovnání výšky mezi vstupem a výstupem šroubení výměníku
- nerezové provedení
- přípojovací závit G 1/2" vnitřní
- rovný kus pro dvouřadé výměníky



Obrázek 4.13 Technické parametry přípojovací sady navržených konvektorů [55]

4.3 Návrh rozměrů otopných těles

Číslo místnosti	Účel místnosti	t _i [°C]	Tepelná ztráta místnosti Φ _{HLJ} [W]	Počet a typ navrženého otopného tělesa	ROZMĚRY			Výkon otopných těles 75/65/20 [°C]	Přepočtený výkon otopných těles [W]	z1	z2	z3	φ	Skutečný výkon otopných těles [W]	Objem vody [l]
					Délka [mm]	x	Výška [mm]								
1P01	REHABILITACE-VANY	24	905	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	503	1 784	1041	1,00	1	1,0	1	1041	11,3
1P02	REHABILITACE-MASÁŽE	24	684	2x RADIK HYGIENE VK 10	1204	x	603	1 194	697	1,00	1	1,0	1	697	7,5
1P05	REHABILITACE-VANA+VÍŘIVKA	24	789	1x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	603	1 472	859	1,00	1	1,0	1	859	9,6
1P06	REHABILITACE-VANA+MAGNET	24	711	1x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	503	1 273	743	1,00	1	1,0	1	743	8,4
1P09	REHABILITACE-CVIČENÍ	24	249	1x RADIK HYGIENE VK 10	1204	x	503	519	303	1,00	1	0,9	1	273	3,3
1P11	ARCHÍV	20	644	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1204	x	603	1 133	769	1,00	1	1,0	1	769	7,0
1P12	ŠATNA	20	667	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	603	1 039	705	1,00	1	1,0	1	705	6,4
1P13	ARCHÍV	20	591	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	503	892	606	1,00	1	1,0	1	606	5,6
1P16	WC+SPRCHA ZAMĚŠTNANCI	24	587	KORALUX LINEAR COMFORT-M	600	x	1820	996	591	1,00	1	1,0	1	591	11,3
1P18	ÚDRŽBA-DENNÍ MÍSTNOST	20	1 132	1x RADIK HYGIENE VK 30	1404	x	603	1 872	1271	1,00	1	1,0	1	1271	12,2
1P19	ÚDRŽBA-ŠATNA	20	556	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	503	892	606	1,00	1	1,0	1	606	5,6
1P20	TECHNICKÁ MÍSTNOST	15	1 401	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	603	2 078	1486	1,00	1	1,0	1	1486	12,8
1P22	ZÁZEMÍ BUFET	20	1 698	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1404	x	603	2 642	1794	1,00	1	1,0	1	1794	16,3
1P23	PRODEJNA BUFET	20	3 312	4x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	503	5 552	3769	1,00	1	0,9	1	3392	36,6
1P24	CHODBA	18	337	1x RADIK HYGIENE VK 20S	704	x	503	559	407	1,00	1	0,9	1	366	3,6
1P27	TŘÍDÍRNA PRÁDLA	20	898	1x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	503	1 388	942	1,00	1	1,0	1	942	9,2
1P28	SUŠÁRNA PRÁDLA	22	1 353	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1204	x	603	2 266	1430	1,00	1	1,0	1	1430	14,0
1P29	PRÁDELNA	22	1 145	1x RADIK HYGIENE VK 30	1404	x	603	1 872	1181	1,00	1	1,0	1	1181	12,2
1P30	ŠATNA ZAMĚŠTNANCI	20	1 085	1x RADIK HYGIENE VK 30	1404	x	503	1 619	1099	1,00	1	1,0	1	1099	10,7
1P32	WC+SPRCHA ZAMĚŠTNANCI	24	497	KORALUX LINEAR COMFORT-M	1500	x	750	984	586	1,00	1	1,0	1	586	11,2
1P33	SCHODIŠTĚ	15	351	1x RADIK HYGIENE VK 20S	704	x	503	569	407	1,00	1	0,9	1	366	3,6
1P36	ÚDRŽBA - WC + SPRCHA	24	740	KORALUX LINEAR MAX-M	750	x	1810	1 367	817	1,00	1	1,0	1	817	15,9

Tabulka 4.5 Návrh rozměrů otopných těles 1.PP

Číslo místnosti	Účel místnosti	t _i [°C]	Tepelná ztráta místnosti Φ _{HL} [W]	Počet a typ navrženého otopného tělesa	ROZMĚRY		Výkon otopných těles [W] 75/65/20 [°C]	Přepočtený výkon otopných těles [W]	z1	z2	z3	φ	Skutečný výkon otopných těles [W]	Objem vody [l]
					Délka [mm]	Výška [mm]								
1N01	PRODEJNA OPTIK	20	3 046	1x RADIK HYGIENE VK 30	1004	x 503	1 158	786	0,95	1,0	1,0	1	747	7,6
1N02	ZÁZEMÍ OPTIKY	20	1 457	3x KORALINE LK Exclusive	1600/150/180		3 621	2445	1,00	1,0	1,0	1	2445	4,8
1N03	TELEFONNÍ ÚSTŘEDNA	20	561	2x RADIK HYGIENE VK 30	1004	x 503	2 316	1572	0,95	1,0	1,0	1	1494	15,3
1N04	ČEKÁRNA GYNEKOLOGIE	20	1 130	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1204	x 503	973	661	0,95	1,0	1,0	1	628	6,1
1N05	SESTRA GYNEKOLOGIE+KABINKY	24	2 384	1x RADIK HYGIENE 20S	2004	x 603	1 886	1280	0,95	1,0	1,0	1	1216	11,6
1N06	LÉKAŘ GYNEKOLOGIE	24	1 376	3x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x 603	4 416	2577	0,95	1,0	1,0	1	2448	28,8
1N07	LÉKAŘ GYNEKOLOGIE	24	1 412	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1404	x 603	2 642	1542	0,95	1,0	1,0	1	1465	24,4
1N08	SESTRA GYNEKOLOGIE+KABINKY	24	1 733	2x RADIK HYGIENE VK 30	1004	x 603	2 676	1562	0,95	1,0	1,0	1	1484	11,6
1N11	PRODEJNA ZDRAV. POTŘEB	20	620	1x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x 603	3 210	1873	0,95	1,0	1,0	1	1780	18,8
1N12	VESTIBUL	20	3 925	3x KORALINE LK Exclusive	1104	x 603	1 039	705	1,00	1,0	1,0	1	670	8,6
1N13	LÉKARNA-VÝDEJ	20	2 760	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1400/300/240		5 838	3942	1,00	1,0	1,0	1	3942	6,6
1N14	ZÁZEMÍ LÉKARNY	20	1 306	3x KORALINE LK Exclusive	1400/450/180		4 497	3036	1,00	1,0	1,0	1	3036	4,2
1N15	PŘÍPRAVNA LÉKARNY	20	1 178	1x RADIK HYGIENE VK 30	1804	x 503	2 080	1412	0,95	1,0	1,0	1	1342	13,7
1N16	PŘÍPRAVNA LÉKARNY	20	882	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1004	x 603	1 890	1283	0,95	1,0	1,0	1	1219	15,3
1N17	ŠATNA ZAMĚŠTNANCÍ LÉKARNY	20	982	1x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x 603	1 472	999	0,95	1,0	1,0	1	949	9,6
1N20	PŘÍJEM ZÁSBOVÁNÍ+W.C	18	1 087	2x RADIK HYGIENE VK 20S	2004	x 503	1 619	1099	0,95	1,0	1,0	1	1044	10,2
1N21	IZOLACE+W.C	20	1 330	1x RADIK HYGIENE VK 30	704	x 503	1 624	1182	0,95	1,0	1,0	1	1123	10,7
1N22	LOGOPEDIE-LÉKAŘ	22	1 546	2x RADIK HYGIENE VK 30	904	x 603	2 410	1636	0,95	1,0	1,0	1	1399	15,7
1N23	ČEKÁRNA LOGOPEDIE	20	406	3x RADIK HYGIENE VK 30	704	x 603	2 814	1872	0,90	1,0	1,0	1	1685	18,4
1N24	ZÁZEMÍ+W.C LOGOPEDIE	20	538	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1000	x 503	811	551	0,90	1,0	0,9	1	446	5,1
1N26	SESTRA DĚTSKÉ	20	1 441	1x RADIK HYGIENE VK 20S	904	x 603	851	578	0,95	1,0	1,0	1	549	5,2
1N27	LÉKAŘ DĚTSKÉ	22	1 398	2x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x 503	2546	1728	0,90	1,0	1,0	1	1556	16,8
1N28	VESTIBUL DĚTSKÉ	20	417	2x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x 503	2546	1606	0,95	1,0	1,0	1	1556	16,8
1N29	WC+SPRCHA ZAMĚŠTNANCÍ	24	1 131	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1004	x 503	811	551	0,90	1,0	0,9	1	446	5,1
1N30	DENNÍ MÍSTNOST DĚTSKÉ	20	906	2x RADIK HYGIENE VK 20S	904	x 503	2 096	1223	0,95	1,0	1,0	1	1162	13,7
1N31	ČEKÁRNA DĚTSKÉ	20	1 200	2x RADIK HYGIENE VK 20S	904	x 503	1 460	991	0,95	1,0	1,0	1	942	9,2
1N32	ČEKÁRNA	20	410	3x RADIK HYGIENE VK 20S	904	x 503	2 190	1485	0,90	1,0	1,0	1	1337	13,8
1N33	LÉKAŘ DĚTSKÉ	24	1 323	1x RADIK HYGIENE VK 30	604	x 503	696	473	0,90	1,0	1,0	1	425	4,6
1N34	SESTRA DĚTSKÉ	20	1 623	2x RADIK HYGIENE VK 30	904	x 703	2 718	1586	0,90	1,0	1,0	1	1428	18,1
1N35	LÉKAŘ DĚTSKÉ	24	1 488	2x RADIK HYGIENE VK 20S	904	x 503	3 404	2094	0,90	1,0	1,0	1	1885	9,2
1N36	ČEKÁRNA PSYCHOLOG	20	1 474	2x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x 503	2 776	1710	0,90	1,0	1,0	1	1539	18,3
1N37	SESTRA PSYCHOLOG	20	818	1x RADIK HYGIENE VK 30	1004	x 603	2 676	1817	0,95	1,0	0,9	1	1553	17,5
1N38	LÉKAŘ PSYCHOLOG	22	1 085	1x RADIK HYGIENE VK 30	1404	x 603	1 338	908	0,95	1,0	1,0	1	863	8,7
1N39	SCHODIŠTĚ	15	1 012	1x RADIK HYGIENE VK 30	1404	x 503	1 872	1181	0,95	1,0	1,0	1	1122	12,2
1N43	ČEKÁRNA	20	329	1x RADIK HYGIENE VK 10	1204	x 603	1 619	1158	1,00	1,0	0,9	1	1042	10,7
							597	405	0,90	1,0	1,0	1	365	3,7

Tabulka 4.6 Návrh rozměrů otopných těles 1.NP

Číslo místnosti	Účel místnosti	t _i [°C]	Teplotná ztráta místnosti Φ _{HLI} [W]	Počet a typ navrženého otopného tělesa	ROZMĚRY			Výkon otopných těles [W] 75/65/20 [°C]	Přepočtený výkon otopných těles [W]	z1	z2	z3	φ	Skutečný výkon otopných těles [W]	Objem vody [l]
					Délka [mm]	x	Výška [mm]								
2N01	ZÁZEMÍ UŠNÍ	20	743	1x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	503	1 273	864	0,95	1	1,0	1	821	8,4
2N02	SESTRA UŠNÍ	20	1 075	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	503	1 784	1211	1,00	1	1,0	1	1211	11,3
2N03	LÉKAŘ UŠNÍ	22	1 271	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1204	x	603	2 266	1430	0,95	1	1,0	1	1358	14,0
2N04	ZÁZEMÍ UŠNÍ	20	693	1x RADIK HYGIENE VK 30	1004	x	503	1 158	786	0,95	1	1,0	1	747	7,6
2N05	LÉKAŘ INTERNA	24	1 482	2x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	503	2 776	1620	0,95	1	1,0	1	1539	18,3
2N06	SESTRA INTERNA	20	801	1x RADIK HYGIENE VK 30	1004	x	603	1 358	922	0,95	1	1,0	1	876	8,7
2N07	SESTRA INTERNA	20	812	1x RADIK HYGIENE VK 30	1004	x	603	1 358	922	0,95	1	1,0	1	876	8,7
2N08	LÉKAŘ INTERNA	24	1 604	2x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	603	3 210	1873	0,95	1	1,0	1	1780	20,9
2N09	ČEKÁRNA	20	951	1x RADIK HYGIENE VK 20S	2004	x	503	1 619	1099	0,95	1	1,0	1	1044	10,2
2N10	ČEKÁRNA	20	949	1x RADIK HYGIENE VK 20S	2004	x	503	1 619	1099	0,95	1	1,0	1	1044	10,2
2N11	SESTRA NEUROLOG	20	906	1x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	603	1 472	999	0,95	1	1,0	1	949	9,6
2N12	LÉKAŘ NEUROLOG	24	1 453	2x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	503	2 776	1620	0,95	1	1,0	1	1539	18,3
2N13	ČEKÁRNA OBVOD.	20	816	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1604	x	503	1 296	880	0,95	1	1,0	1	836	8,2
2N14	LÉKAŘ OBVOD.	24	1 601	2x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	603	2 944	1718	0,95	1	1,0	1	1632	19,2
2N15	SESTRA OBVOD.	20	1 593	2x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	503	2 546	1728	0,95	1	1,0	1	1642	16,8
2N16	LÉKAŘ OBVOD.	24	1 423	2x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	503	2 776	1620	0,95	1	1,0	1	1539	18,3
2N17	SESTRA OBVOD.	20	943	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1004	x	503	1 622	1101	0,95	1	1,0	1	1046	10,2
2N18	LÉKAŘ OBVOD.	24	916	1x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	603	1 605	937	1,00	1	1,0	1	937	10,5
2N19	LÉKAŘ OBVOD.	24	969	1x RADIK HYGIENE VK 30	1404	x	603	1 872	1093	1,00	1	1,0	1	1093	12,2
2N20	SESTRA ALERGOLOG	20	1 148	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1004	x	603	1 890	1283	0,95	1	1,0	1	1219	11,6
2N21	ČEKÁRNA	20	1 316	1x RADIK HYGIENE VK 30	1804	x	503	2 080	1412	0,95	1	1,0	1	1342	13,7
2N22	SESTRA OČNÍ	20	840	1x RADIK HYGIENE VK 30	1004	x	603	1 338	908	0,95	1	1,0	1	863	8,7
2N23	LÉKAŘ OČNÍ	22	1 315	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1204	x	603	2 266	1430	0,95	1	1,0	1	1358	14,0
2N24	SESTRA EMG	20	897	1x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	503	1 388	942	0,95	1	1,0	1	895	9,2
2N25	VÝŠETŘOVNA EMG	24	1 585	2x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	603	2 944	1718	0,95	1	1,0	1	1632	19,2
2N26	CVIČENÍ REHABILITACE	24	2 540	3x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	603	4 815	2810	0,95	1	1,0	1	2670	31,4
2N27	WC	20	1 024	1x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	603	1 605	1090	0,95	1	1,0	1	1035	10,5
2N28	ŠATNA LÉKAŘI	20	1 569	2x RADIK HYGIENE VK 30	904	x	503	2 084	1415	0,95	1	1,0	1	1780	9,2
2N29	ČEKÁRNA	20	2 544	3x RADIK HYGIENE VK 20S	1404	x	603	3 963	2690	0,95	1	1,0	1	2556	24,4
2N32	SCHODIŠTĚ	20	1 086	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	503	1 784	1211	0,95	1	1,0	1	1151	11,3

Tabulka 4.7 Návrh rozměrů otopných těles 2.NP

Číslo místnosti	Účel místnosti	t _i [°C]	Teplotná ztráta místnosti Φ _{HLJ} [W]	Počet a typ navrženého otopného tělesa	ROZMĚRY			Výkon otopných těles [W] 75/65/20 [°C]	Přepočtený výkon otopných těles [W]	z1	z2	z3	φ	Skutečný výkon otopných těles [W]	Objem vody [l]
					Délka [mm]	x	Výška [mm]								
3N01	SÁDROVNA CHIRURGIE	24	565	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	603	1 039	606	0,95	1	1,0	1	576	6,4
3N02	SESTRA CHIRURGIE	20	365	1x RADIK HYGIENE VK 10	1404	x	503	605	411	0,95	1	1,0	1	390	3,8
3N03	ŠATNA CHIRURGIE	24	570	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	603	1 039	606	0,95	1	1,0	1	576	6,4
3N04	ORDINACE CHIRURGIE	24	822	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1004	x	503	1 622	947	0,95	1	1,0	1	899	10,2
3N05	ZÁKROKOVÝ SÁL	25	998	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1204	x	503	1 946	1090	0,95	1	1,0	1	1036	12,3
3N07	ZÁZEMÍ CHIRURGIE	20	380	2x RADIK HYGIENE VK 10	804	x	503	694	471	0,90	1	1,0	1	424	4,3
3N08	ORDINACE CHIRURGIE	24	909	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	503	1 784	1041	0,95	1	1,0	1	989	11,3
3N10	ORDINACE CHIRURGIE	24	1 238	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1204	x	603	2 266	1323	0,95	1	1,0	1	1256	14,0
3N11	SÁDROVNA CHIRURGIE	24	1 179	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1204	x	603	2 266	1323	0,95	1	1,0	1	1194	7,0
3N12	ORDINACE CHIRURGIE	24	383	1x RADIK HYGIENE VK 30	604	x	503	695	406	0,95	1	1,0	1	385	4,6
3N13	ČEKÁRNA CHIRURGIE	20	831	1x RADIK HYGIENE VK 30	1004	x	603	1 338	908	0,95	1	1,0	1	863	8,7
3N15	ZÁZEMÍ ZUBNÍ	20	1 010	1x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	603	1 605	1090	0,95	1	1,0	1	1035	10,5
3N16	ORDINACE ZUBNÍ	22	1 264	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1204	x	603	2 270	1432	0,95	1	1,0	1	1361	14,0
3N17	ORDINACE ZUBNÍ	22	1 467	2x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	503	2 546	1606	0,95	1	1,0	1	1526	16,8
3N18	ZÁZEMÍ ZUBNÍ	20	1 559	2x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	503	2 546	1728	0,95	1	1,0	1	1642	16,8
3N19	SESTRA RDG	20	803	1x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	503	1 273	864	0,95	1	1,0	1	821	8,4
3N20	RDG	20	2 517	4x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	603	4 156	2822	0,95	1	1,0	1	2680	25,6
3N21	RDG	20	445	1x RADIK HYGIENE VK 10	1404	x	603	695	472	0,95	1	1,0	1	448	4,4
3N23	LÉKAŘ RDG	24	1 663	2x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	603	3 210	1873	0,95	1	1,0	1	1780	14,0
3N24	ČEKÁRNA	20	1 618	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1604	x	503	2 592	1760	0,95	1	1,0	1	1672	16,4
3N25	SONO	24	1 398	2x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	503	2 546	1486	0,95	1	1,0	1	1412	16,8

Tabuľka 4.8 Návrh rozměrů otopných těles 3.NP

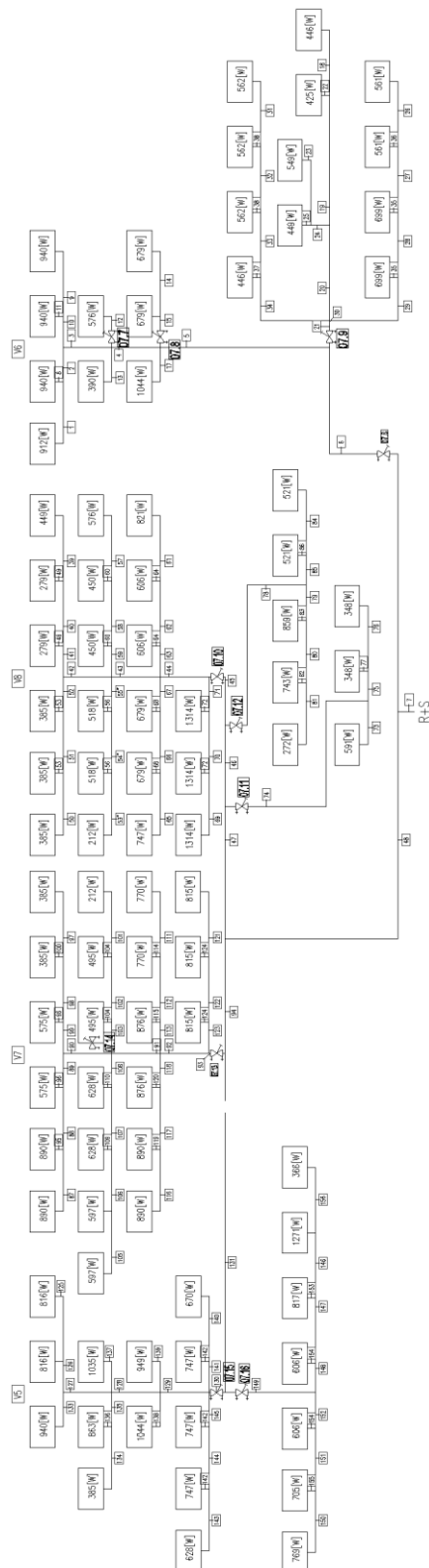
Číslo místnosti	Účel místnosti	t _i [°C]	Tepelná ztráta místnosti $\Phi_{H,L,i}$ [W]	Počet a typ navrženého otopného tělesa	ROZMĚRY			Výkon otopných těles [W] 75/65/20 [°C]	Přepočtený výkon otopných těles [W]	z1	z2	z3	φ	Skutečný výkon otopných těles [W]	Objem vody [l]
					Délka [mm]	x	Výška [mm]								
4N01	SKLAD LABORATOŘ	20	412	1x RADIK HYGIENE VK 10	1404	x	603	696	473	0,95	1	1,0	1	449	4,4
4N02	ŠATNA LABORATOŘ+WC	20	524	2x RADIK HYGIENE VK 10	1004	x	503	866	588	0,95	1	1,0	1	559	5,4
4N04	LABORATOŘ	20	365	1x RADIK HYGIENE VK 10	1204	x	603	597	405	0,95	1	1,0	1	385	3,7
4N05	LABORATOŘ+WC	20	1 458	4x RADIK HYGIENE VK 10	1204	x	603	2 388	1621	0,95	1	1,0	1	1540	14,9
4N06	SESTRA INTERNA	20	1 081	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	503	1 784	1211	0,95	1	1,0	1	1151	11,3
4N07	LÉKAŘ INTERNA	24	1 763	2x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	603	3 210	1873	0,95	1	1,0	1	1780	20,9
4N08	CHODBA LABORATOŘ	20	928	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1804	x	503	1 458	990	0,95	1	1,0	1	940	9,2
4N09	ČEKÁRNA	20	859	1x RADIK HYGIENE VK 20S	1804	x	503	1 458	990	0,95	1	1,0	1	940	9,2
4N10	LÉKAŘ ORTOPEDIE	24	1 602	2x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	603	2 944	1718	0,95	1	1,0	1	1632	19,2
4N11	ZÁZEMÍ ORTOPEDIE	20	876	1x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	603	1 605	1090	1,00	1	1,0	1	1090	10,5
4N12	SESTRA ORTOPEDIE	20	1 248	1x RADIK HYGIENE VK 30	1804	x	503	2 080	1412	0,95	1	1,0	1	1342	13,7
4N13	LÉKAŘ KOŽNÍ	24	1 519	2x RADIK HYGIENE VK 30	1004	x	603	2 676	1562	1,00	1	1,0	1	1562	17,5
4N14	SESTRA KOŽNÍ	20	987	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1004	x	503	1 622	1101	0,95	1	1,0	1	1046	10,2
4N16	LÉKAŘ KOŽNÍ	24	1 322	2x RADIK HYGIENE VK 30	1004	x	503	2 316	1352	1,00	1	1,0	1	1352	15,3
4N18	LÉKAŘ OČNÍ	22	1 326	2x RADIK HYGIENE VK 20S	1204	x	603	2 266	1430	1,00	1	1,0	1	1430	14,0
4N19	SESTRA OČNÍ	20	1 668	3x RADIK HYGIENE VK 20S	1104	x	503	2 676	1817	0,95	1	1,0	1	1726	16,9
4N20	LÉKAŘ OČNÍ	22	943	1x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	603	1605	1013	0,95	1	1,0	1	962	10,5
4N22	SESTRA REHABILITACE	20	897	1x RADIK HYGIENE VK 30	1204	x	503	1388	940	1,00	1	1,0	1	940	9,2
4N23	LÉKAŘ REHABILITACE	24	1 584	2x RADIK HYGIENE VK 30	1104	x	603	3210	1979	0,95	1	1,0	1	1880	19,2
4N24	ČEKÁRNA	20	1 242	1x RADIK HYGIENE VK 30	1804	x	503	2080	1412	0,95	1	1,0	1	1342	13,7
4N27	SCHODIŠTĚ	20	880	1x RADIK HYGIENE VK 30	1004	x	703	1509	1127	1,00	1	0,9	1	913	10,0

Tabulka 4.9 Návrh rozměrů otopných těles 4.NP

5 POTRUBNÍ ROZVODY

5.1 Dimenzování 1. otopné větve: severní (červená)

- Teplotní spád 65/50 °C



Obrázek 5.1 Pracovní schéma pro dimenzování – 1. větev

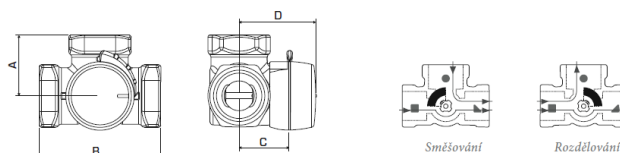
5.1.1 Dimenzování základního okruhu

Dimenzování základního (nejnepříznivějšího) okruhu - VĚTEV 1 - ČERVENÁ														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R _l +Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
1_01	912	52,3	37,29	12x1	0,190	72	2 700	31,2	563	TPV (8)	486	3 749	3 749	
1_02	1 852	106,2	1,69	15x1	0,230	72	122	12,6	333	-	0	455	4 204	
1_03	3 732	213,9	6,17	18x1	0,300	122	755	12,0	540	-	0	1 295	5 499	
1_04	4 698	269,3	5,97	18x1	0,380	71	421	6,5	469	-	0	890	6 389	
1_05	7 100	407,0	34,87	22x1	0,370	97	3 375	35,1	2403	-	0	5 778	12 167	
1_06	13 618	780,6	36,59	28x1,5	0,410	88	3 202	15,2	1278	VV (07.6)	3661	8 140	20 307	
1_07	61 183	3507,2	12,94	42x1,5	0,830	184	2 378	19,3	6648	-	0	9 026	29 333	
Vliv samotížného vztlaaku:											-742			
Tlaková ztráta směšovacího ventilu:											12300		40 892	
											Celkový tlak pro návrh čerpadla Č.3. =			40 892
Tlaková ztráta směšovacího ventilu:				06. 2	VRG131	DN25	Označení:	VRG131						
Autorita ventilu: 50 %														
Dispoziční tlak za směšovací armaturou: 29333 Pa														
Potřebná tlaková ztráta ventilu Δp _{ventil} = 14667 Pa														
Potřebné kv 9,16 [m3/h]														
Navržený ventil s kv: 10 [m3/h]														
Skutečná tlaková ztráta ventilu: 12300 Pa														
Kontrola autority: 42 ≥ 30														
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.:				07. 6	Ventil D9505	DN25	Nastavení	2,20						
kv navrženého ventilu: 4,02 [m3/h]														
Skutečná tlaková ztráta ventilu: 3661 Pa														

Tabulka 5.1 Dimenzování základního okruhu – 1. Větev

5.1.1.1 Návrh směšovacího ventilu

Návrh: **Směšovací ventil ESBE VRG 131 25-10** - mosazná armatura s ochranou proti vyluhování zinku s akčním spínacím rozsahem maximálně 90 °, k_{vs}=10 [m³h⁻¹]. Na tuto armaturu bude osazen servopohon – určí specialista na MAR. Dílčí výpočty pro návrh jsou uvedeny v předchozí tabulce.



Zploštělý konec hřídele srdce ventilu, stejně jako ukazatel knoflíku indikuje otevřenou pozici

OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY ŘADY VRG131, VNITŘNÍ ZÁVIT

Obj. č.	Označení	DN	Kvs*	Připojení	A	B	C	D	Hmot. [kg]	Nahrazuje	Pozn.
1160 01 00	VRG131	15	0,4	Rp 1/2"	36	72	32	50	0,40		
1160 02 00	VRG131	15	0,63	Rp 1/2"	36	72	32	50	0,40	3 MG 15-0,6	
1160 03 00	VRG131	15	1	Rp 1/2"	36	72	32	50	0,40	3 MG 15-1,0	
1160 04 00	VRG131	15	1,63	Rp 1/2"	36	72	32	50	0,40	3 MG 15-1,6	
1160 05 00	VRG131	15	2,5	Rp 1/2"	36	72	32	50	0,40	3 MG 15-2,5	
1160 06 00	VRG131	15	4	Rp 1/2"	36	72	32	50	0,40		
1160 07 00	VRG131	20	2,5	Rp 3/4"	36	72	32	50	0,43		
1160 08 00	VRG131	20	4	Rp 3/4"	36	72	32	50	0,43	3 MG 20-4	
1160 09 00	VRG131	20	6,3	Rp 3/4"	36	72	32	50	0,43	3 MG 20-6,3	
1160 10 00	VRG131	25	6,3	Rp 1"	41	82	34	52	0,70	3 MG 25-6,3	
1160 11 00	VRG131	25	10	Rp 1"	41	82	34	52	0,70	3 MG 25-10	
1160 12 00	VRG131	32	16	Rp 1 1/4"	47	94	37	55	0,95	3 MG 32-16	
1160 13 00	VRG131	40	25	Rp 1 1/2"	58	116	44	62	1,75	3 G 40-28	
1160 14 00	VRG131	50	40	Rp 2"	62	125	44	62	2,05	3 G 50-44	

Tabulka 5.2 Technické parametry navrženého směšovacího ventilu [56]

5.1.1.2 Návrh vyvažovacího ventilu

Návrh: **Vyvažovací ventil HYDRONIC D 9505 – DN 25 – 2,20**, k_{vs}=4,02 [m³h⁻¹] – ventil pro ruční hydronické vyvážení potrubní sítě s funkcí přednastavení požadovaného průtoku, uzavírání, měření průtoku, teploty a tlaku protékajícího média. Ventil bude umístěn na patě příslušného stoupacího potrubí.

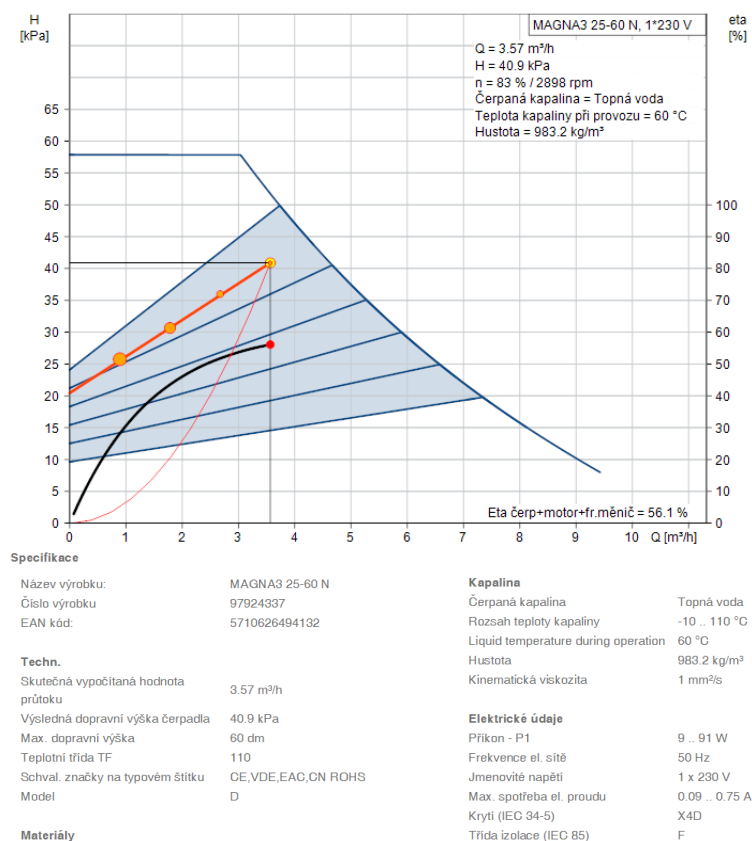
N	DN10	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50
0,05							
0,10							
0,15							
0,20							
0,25							
0,30							
0,35							
0,40							
0,45							
0,50	0,09	0,37	0,4	1,4	1,4	2,7	3,9
0,55	0,10	0,39	0,43	1,46	1,59	2,78	4,29
0,60	0,11	0,41	0,46	1,52	1,78	2,86	4,68
0,65	0,12	0,42	0,49	1,58	1,97	2,94	5,07
0,70	0,13	0,44	0,52	1,64	2,16	3,02	5,46
0,75	0,14	0,46	0,55	1,70	2,35	3,10	5,85
0,80	0,15	0,48	0,58	1,76	2,54	3,18	6,24
0,85	0,16	0,50	0,61	1,82	2,73	3,26	6,63
0,90	0,17	0,51	0,64	1,88	2,92	3,34	7,02
0,95	0,18	0,53	0,67	1,94	3,11	3,42	7,41
1,00	0,19	0,55	0,7	2	3,3	3,5	7,8
1,05	0,20	0,57	0,72	2,06	3,38	3,60	8,08
1,10	0,22	0,59	0,74	2,12	3,46	3,70	8,36
1,15	0,23	0,61	0,76	2,18	3,54	3,80	8,64
1,20	0,25	0,63	0,78	2,24	3,62	3,90	8,92
1,25	0,26	0,65	0,80	2,30	3,70	4,00	9,20
1,30	0,27	0,67	0,82	2,36	3,78	4,10	9,48
1,35	0,29	0,69	0,84	2,42	3,86	4,20	9,76
1,40	0,30	0,71	0,86	2,48	3,94	4,30	10,04
1,45	0,32	0,73	0,88	2,54	4,02	4,40	10,32
1,50	0,33	0,75	0,9	2,6	4,1	4,5	10,6
1,55	0,35	0,77	0,93	2,69	4,20	4,66	11,02
1,60	0,36	0,79	0,96	2,78	4,30	4,82	11,44
1,65	0,38	0,81	0,99	2,87	4,40	4,98	11,86
1,70	0,40	0,83	1,02	2,96	4,50	5,14	12,28
1,75	0,42	0,85	1,05	3,05	4,60	5,30	12,70
1,80	0,43	0,86	1,08	3,14	4,70	5,46	13,12
1,85	0,45	0,88	1,11	3,23	4,80	5,62	13,54
1,90	0,47	0,90	1,14	3,32	4,90	5,78	13,96
1,95	0,48	0,92	1,17	3,41	5,00	5,94	14,38
2,00	0,5	0,94	1,2	3,5	5,1	6,1	14,8

N	DN10	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50
2,05	0,52	0,96	1,23	3,63	5,35	6,49	15,31
2,10	0,53	0,99	1,26	3,76	5,60	6,88	15,82
2,15	0,55	1,01	1,29	3,89	5,85	7,27	16,33
2,20	0,56	1,04	1,32	4,02	6,10	7,66	16,84
2,25	0,58	1,06	1,35	4,15	6,35	8,05	17,35
2,30	0,60	1,08	1,38	4,28	6,60	8,44	17,86
2,35	0,61	1,11	1,41	4,41	6,85	8,83	18,37
2,40	0,63	1,13	1,44	4,54	7,10	9,22	18,88
2,45	0,64	1,16	1,47	4,67	7,35	9,61	19,39
2,50	0,66	1,18	1,5	4,8	7,6	10	19,9
2,55	0,68	1,24	1,57	4,87	7,88	10,41	20,30
2,60	0,69	1,29	1,64	4,94	8,16	10,82	20,70
2,65	0,71	1,35	1,71	5,01	8,44	11,23	21,10
2,70	0,72	1,41	1,78	5,08	8,72	11,64	21,50
2,75	0,74	1,47	1,85	5,15	9,00	12,05	21,90
2,80	0,75	1,52	1,92	5,22	9,28	12,46	22,30
2,85	0,77	1,58	1,99	5,29	9,56	12,87	22,70
2,90	0,78	1,64	2,06	5,36	9,84	13,28	23,10
2,95	0,80	1,69	2,13	5,43	10,12	13,69	23,50
3,00	0,81	1,75	2,2	5,5	10,4	14,1	23,9
3,05	0,82	1,82	2,32	5,55	10,48	14,45	24,23
3,10	0,83	1,89	2,44	5,60	10,56	14,80	24,56
3,15	0,84	1,96	2,56	5,65	10,64	15,15	24,89
3,20	0,85	2,03	2,68	5,70	10,72	15,50	25,22
3,25	0,87	2,10	2,80	5,75	10,80	15,85	25,55
3,30	0,88	2,16	2,92	5,80	10,88	16,20	25,88
3,35	0,89	2,23	3,04	5,85	10,96	16,55	26,21
3,40	0,90	2,30	3,16	5,90	11,04	16,90	26,54
3,45	0,91	2,37	3,28	5,95	11,12	17,25	26,87
3,50	0,92	2,44	3,4	6	11,2	17,6	27,2
3,55	0,93	2,46	3,47	6,04	11,28	17,79	27,46
3,60	0,93	2,49	3,54	6,08	11,36	17,98	27,72
3,65	0,94	2,51	3,61	6,12	11,44	18,17	27,98
3,70	0,94	2,53	3,68	6,16	11,52	18,36	28,24
3,75	0,95	2,56	3,75	6,20	11,60	18,55	28,50
3,80	0,95	2,58	3,82	6,24	11,68	18,74	28,76
3,85	0,96	2,60	3,89	6,28	11,76	18,93	29,02
3,90	0,96	2,62	3,96	6,32	11,84	19,12	29,28
3,95	0,97	2,65	4,03	6,36	11,92	19,31	29,54
4,00	0,97	2,67	4,1	6,4	12	19,5	29,8

Tabulka 5.3 Tabulka kv hodnot pro různá přednastavení vyvažovacího ventilu D9505 [57]

5.1.1.3 Návrh čerpadla

Návrh čerpadla je proveden pomocí online aplikace Grundsof. [58] Návrh: **MAGMA3 25-60**.



Obrázek 5.2 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla a technická specifikace

5.1.2 Dimenzování ostatních okruhu včetně návrhu přednastavení regulačních armatur a návrhu vyvažovacích ventilů

Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 4N08											Q _{ok} = 940 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1_08	940	53,9	4,41	15x1	0,190	72	319	18,5	334	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	653	653
Seřízení k větví 1_01, Δp _{dis} = 3749 [Pa]						Odečtení tlakové ztráty z části: 1_08						Δp _{dis} = 653 [Pa]
Vliv samotížného vztlatku Δp _s = -742 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} +Δp _s = 3749 - 653 + -742 = 2354												
Návrh přednastavení:						m= 53,9 [kg/h], Δp _{ty} = 2354 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,35 [m ³ /h]			
						=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)				
						=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]				
						=>	Skutečná ztráta:	3021 [Pa]				
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]		Δp _{dis} [Pa]
1_09	940	53,9	7,62	15x1	0,110	16	124	18,2	110	-	0	234
1_10	1 880	107,8	5,80	15x1	0,300	72	418	6,1	275	-	0	692
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 4N23											Q _{ok} = 940 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 1_02, Δp _{dis} = 4204 [Pa]						Odečtení tlakové ztráty z části: 1_09,1_10						Δp _{dis} = 926 [Pa]
Vliv samotížného vztlatku Δp _s = -742 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} +Δp _s = 4204 - 926 + -742 = 2536												
Návrh přednastavení:						m= 53,9 [kg/h], Δp _{ty} = 2536 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,34 [m ³ /h]			
						=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)				
						=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]				
						=>	Skutečná ztráta:	3021 [Pa]				
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 4N23											Q _{ok} = 940 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1_11	940	53,9	0,25	15x1	0,110	16	4	18,2	110	-	0	114
Seřízení k větví 1_02, Δp _{dis} = 4204 [Pa]						Odečtení tlakové ztráty z části: 1_10,1_11						Δp _{dis} = 806 [Pa]
Vliv samotížného vztlatku Δp _s = -742 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} +Δp _s = 4204 - 806 + -742 = 2656												
Návrh přednastavení:						m= 53,9 [kg/h], Δp _{ty} = 2656 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,33 [m ³ /h]			
						=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)				
						=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]				
						=>	Skutečná ztráta:	3021 [Pa]				
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N01											Q _{ok} = 576 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1_12	576	33,0	0,95	12x1	0,120	22	21	20,4	147	VV (07,7)	3839	4 007
Seřízení k větví 1_03, Δp _{dis} = 5499 [Pa]						Odečtení tlakové ztráty z části: 1_12						Δp _{dis} = 4 007 [Pa]
Vliv samotížného vztlatku Δp _s = -530 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} +Δp _s = 5499 - 4007 + -530 = 961												
Návrh přednastavení:						m= 33,0 [kg/h], Δp _{ty} = 961 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,34 [m ³ /h]			
						=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)				
						=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]				
						=>	Skutečná ztráta:	1134 [Pa]				
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.: 07. 7 Ventil D9505 DN15 Nastavení 1,00												
kv navrženého ventilu: 0,55 [m ³ /h]												
Skutečná tlaková ztráta ventilu: 3839 Pa												
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N02											Q _{ok} = 390 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1_13	390	22,4	5,51	12x1	0,080	16	90	21,1	68	VV (07,7)	3839	3 997
Seřízení k větví 1_02, Δp _{dis} = 5499 [Pa]						Odečtení tlakové ztráty z části: 1_13						Δp _{dis} = 3 997 [Pa]
Vliv samotížného vztlatku Δp _s = -530 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} +Δp _s = 5499 - 3997 + -530 = 972												
Návrh přednastavení:						m= 22,4 [kg/h], Δp _{ty} = 972 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,23 [m ³ /h]			
						=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)				
						=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]				
						=>	Skutečná ztráta:	1033 [Pa]				
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]		Δp _{dis} [Pa]
1_14	679	38,9	4,35	12x1	0,140	34	147	18,2	178	-	0	326
1_15	1 358	77,8	1,19	15x1	0,170	42	50	6,4	92	VV (07,8)	4197	4 339
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.: 07. 8 Ventil D9505 DN10 Nastavení 1,65												
kv navrženého ventilu: 0,38 [m ³ /h]												
Skutečná tlaková ztráta ventilu: 4197 Pa												
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N23											Q _{ok} = 679 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 1_04, Δp _{dis} = 6389 [Pa]						Odečtení tlakové ztráty z části: 1_14,1_15						Δp _{dis} = 4 665 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} = 6389 - 4665 = 1724 [Pa]												
Návrh přednastavení:						m= 38,9 [kg/h], Δp _{ty} = 1724 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,30 [m ³ /h]			
						=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)				
						=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]				
						=>	Skutečná ztráta:	1576 [Pa]				

Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N23											$Q_{sk} = 679$	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l.+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{ds} [Pa]
1 16	679	38,9	0,25	12x1	0,140	34	8	18,2	178	-	0	187
Seřízení k větví 1_04, $\Delta p_{ds} = 6389$ [Pa]											$\Delta p_{ds} =$	4 526 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{sd} - \Delta p_{ds} =$											6389	-
m = 38,9 [kg/h], $\Delta p_{rv} =$											1863 [Pa]	=> Potřebné kv: 0,29 [m³/h]
Návrh přednastavení:											=> Zvolené přednastavení:	TPV (3)
											=> Skutečný s. kv:	0,31 [m³/h]
											=> Skutečná ztráta:	1576 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N10											$Q_{sk} = 1044$	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l.+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{ds} [Pa]
1 17	1044	59,8	5,78	15x1	0,130	34	196	18,2	154	VV	4197	4 546
Seřízení k větví 1_04, $\Delta p_{ds} = 6389$ [Pa]											$\Delta p_{ds} =$	4 546 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{sd} - \Delta p_{ds} =$											6389	-
m = 59,8 [kg/h], $\Delta p_{rv} =$											1843 [Pa]	=> Potřebné kv: 0,44 [m³/h]
Návrh přednastavení:											=> Zvolené přednastavení:	TPV (5)
											=> Skutečný s. kv:	0,47 [m³/h]
											=> Skutečná ztráta:	1621 [Pa]
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]		Δp_{ds} [Pa]
1 18	446	25,6	9,03	12x1	0,090	12	111	26,0	105	-	0	216
1 19	871	49,9	8,33	12x1	0,180	66	549	3,5	57	-	0	606
1 20	1 866	107,0	13,80	15x1	0,230	72	994	7,4	196	-	0	1 189
1 21	6 518	373,6	16,20	22x1	0,340	83	1 348	10,0	578	VV (07.9)	7660	9 586
Tlak. ztráta vypočítaného ventilu č.: 07. 9 Ventil D9505 DN20 Nastavení 2,25												
kv navrženého ventilu:											1,35 [m³/h]	
Skutečná tlaková ztráta ventilu:											7660 Pa	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N31											$Q_{sk} = 446$	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l.+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{ds} [Pa]
Seřízení k větví 1_05, $\Delta p_{ds} = 12167$ [Pa]											$\Delta p_{ds} =$	11 597 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{sd} - \Delta p_{ds} =$											12167	-
m = 25,6 [kg/h], $\Delta p_{rv} =$											570 [Pa]	=> Potřebné kv: 0,34 [m³/h]
Návrh přednastavení:											=> Zvolené přednastavení:	TPV (3)
											=> Skutečný s. kv:	0,31 [m³/h]
											=> Skutečná ztráta:	680 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N32											$Q_{sk} = 425$	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l.+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{ds} [Pa]
1 22	425	24,4	0,25	15x1	0,090	12	3	15,9	64	-	0	67
Seřízení k větví 1_04, $\Delta p_{ds} = 12167$ [Pa]											$\Delta p_{ds} =$	11 448 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{sd} - \Delta p_{ds} =$											12167	-
m = 24,4 [kg/h], $\Delta p_{rv} =$											719 [Pa]	=> Potřebné kv: 0,29 [m³/h]
Návrh přednastavení:											=> Zvolené přednastavení:	TPV (3)
											=> Skutečný s. kv:	0,31 [m³/h]
											=> Skutečná ztráta:	618 [Pa]
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]		Δp_{ds} [Pa]
1 23	549	31,5	9,89	12x1	0,110	18	173	20,8	126	-	0	299
1 24	998	57,2	7,68	12x1	0,210	86	663	3,5	77	-	0	740
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N24											$Q_{sk} = 549$	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l.+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{ds} [Pa]
Seřízení k větví 1_04, $\Delta p_{ds} = 12167$ [Pa]											$\Delta p_{ds} =$	11 814 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{sd} - \Delta p_{ds} =$											12167	-
m = 31,5 [kg/h], $\Delta p_{rv} =$											353 [Pa]	=> Potřebné kv: 0,53 [m³/h]
Návrh přednastavení:											=> Zvolené přednastavení:	TPV (6)
											=> Skutečný s. kv:	0,57 [m³/h]
											=> Skutečná ztráta:	305 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N23											$Q_{sk} = 446$	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l.+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{ds} [Pa]
1 25	446	25,6	0,25	12x1	0,090	12	3	15,9	64	-	0	67
Seřízení k větví 1_04, $\Delta p_{ds} = 12167$ [Pa]											$\Delta p_{ds} =$	11 582 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{sd} - \Delta p_{ds} =$											12167	-
m = 25,6 [kg/h], $\Delta p_{rv} =$											584 [Pa]	=> Potřebné kv: 0,33 [m³/h]
Návrh přednastavení:											=> Zvolené přednastavení:	TPV (3)
											=> Skutečný s. kv:	0,31 [m³/h]
											=> Skutečná ztráta:	680 [Pa]
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]		Δp_{ds} [Pa]
1 26	561	32,2	10,40	12x1	0,120	22	231	20,8	150	-	0	381
1 27	1 122	64,3	2,14	15x1	0,140	30	65	1,2	12	-	0	76
1 28	1 821	104,4	4,09	15x1	0,210	66	270	3,5	77	-	0	347
1 29	2 520	144,5	2,76	18x1	0,210	43	119	3,8	84	-	0	203
1 30	4 652	266,7	7,67	22x1	0,240	45	343	7,4	213	-	0	556

Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		Δp _{dis} [Pa]
1_31	562	32,2	7,94	12x1	0,120	22	176	20,8	150	-	0	326
1_32	1 124	64,4	2,52	15x1	0,140	30	76	3,8	37	-	0	113
1_33	1 686	96,6	3,14	18x1	0,140	23	72	3,8	37	-	0	110
1_34	2 132	122,2	1,88	18x1	0,170	32	61	7,1	103	-	0	164
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N20										Q _{ak} = 561 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.I.+Z+Δp _{rv} [Pa] Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 1_04, Δp _{dis} = 12167 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_26,1_27,1_28,1_29,1_30,1_21						Δp _{dis} ' = 11 149 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{vd} - Δp _{sd} ' =					12167	-	11149	=	1018 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	32,2	[kg/h],	Δp _{rv} =	1018 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,32 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	1076 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N20										Q _{ak} = 561 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.I.+Z+Δp _{rv} [Pa] Δp _{dis} [Pa]
1_36	561	32,2	0,25	12x1	0,120	22	6	15,9	114	-	0	120
Seřízení k větví 1_04, Δp _{dis} = 12167 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_36,1_27,1_28,1_29,1_30,1_21						Δp _{dis} ' = 10 888 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{vd} - Δp _{sd} ' =					12167	-	10888	=	1279 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	32,2	[kg/h],	Δp _{rv} =	1279 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,28 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	1076 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N21										Q _{ak} = 699 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.I.+Z+Δp _{rv} [Pa] Δp _{dis} [Pa]
1_35	699	40,1	0,25	15x1	0,100	10	3	15,9	80	-	0	82
Seřízení k větví 1_04, Δp _{dis} = 12167 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_35,1_28,1_29,1_30,1_21						Δp _{dis} ' = 10 774 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{vd} - Δp _{sd} ' =					12167	-	10774	=	1393 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	40,1	[kg/h],	Δp _{rv} =	1393 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,34 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	1671 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N21										Q _{ak} = 699 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.I.+Z+Δp _{rv} [Pa] Δp _{dis} [Pa]
1_35	699	40,1	0,25	15x1	0,100	10	3	15,9	80	-	0	82
Seřízení k větví 1_04, Δp _{dis} = 12167 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_35,1_28,1_29,1_30,1_21						Δp _{dis} ' = 10 427 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{vd} - Δp _{sd} ' =					12167	-	10427	=	1740 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	40,1	[kg/h],	Δp _{rv} =	1740 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,30 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	1671 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N28										Q _{ak} = 446 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.I.+Z+Δp _{rv} [Pa] Δp _{dis} [Pa]
1_37	446	25,6	0,98	12x1	0,090	12	12	18,5	75	-	0	87
Seřízení k větví 1_04, Δp _{dis} = 12167 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_34,1_30,1_21,1_37						Δp _{dis} ' = 10 392 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{vd} - Δp _{sd} ' =					12167	-	10392	=	1775 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	25,6	[kg/h],	Δp _{rv} =	1775 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,19 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)
										=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	1350 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N22										Q _{ak} = 562 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.I.+Z+Δp _{rv} [Pa] Δp _{dis} [Pa]
1_38	562	32,2	0,98	12x1	0,120	22	22	15,9	114	-	0	136
Seřízení k větví 1_04, Δp _{dis} = 12167 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_34,1_30,1_21,1_33,1_38						Δp _{dis} ' = 10 551 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{vd} - Δp _{sd} ' =					12167	-	10551	=	1616 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	32,2	[kg/h],	Δp _{rv} =	1616 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,25 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)
										=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	2144 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N22										Q _{ak} = 562 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.I.+Z+Δp _{rv} [Pa] Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 1_04, Δp _{dis} = 12167 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_34,1_30,1_21,1_33,1_38,1_32						Δp _{dis} ' = 10 664 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{vd} - Δp _{sd} ' =					12167	-	10664	=	1502 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	32,2	[kg/h],	Δp _{rv} =	1502 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,26 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)
										=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	2144 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N22										Q _{ak} = 562 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.I.+Z+Δp _{rv} [Pa] Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 1_04, Δp _{dis} = 12167 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_34,1_30,1_21,1_33,1_38,1_32,1_31						Δp _{dis} ' = 10 990 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{vd} - Δp _{sd} ' =					12167	-	10990	=	1176 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	32,2	[kg/h],	Δp _{rv} =	1176 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,30 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	1080 [Pa]

Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]	
1_39	449	25,7	3,92	12x1	0,090	12	48	18,2	74	-	0	122
1_40	728	41,7	4,24	15x1	0,090	9	40	1,2	5	-	0	45
1_41	1 007	57,7	0,79	15x1	0,120	21	16	8,7	63	-	0	79
1_42	2 162	123,9	6,43	18x1	0,170	32	208	9,4	136	-	0	344
1_43	4 886	280,1	5,97	22x1	0,250	48	287	6,8	213	-	0	499
1_44	9 024	517,3	5,97	28x1,5	0,300	50	299	6,8	306	-	0	605
1_45	12 966	743,3	0,78	28x1,5	0,430	96	75	9,1	841	VV (07.10)	411	1 327
1_46	15 882	910,4	18,97	28x1,5	0,530	140	2 658	12,3	1728	-	0	4 385
1_47	17 169	984,2	13,20	28x1,5	0,570	160	2 111	14,9	2421	-	0	4 531
1_48	47 565	2726,6	27,88	42x1,5	0,640	114	3 170	19,9	4076	-	0	7 245

Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.:		07. 10	Ventil D9505	DN32	Nastavení	3,75
kv navrženého ventilu:						11,60 [m3/h]
Skutečná tlaková ztráta ventilu:						411 Pa

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N01																			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.I+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]							
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} = 20307 [Pa]											Odečtení tlakové strážky z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_43,1_42,1_41,1_40,1_39	Δp _{odis} =	19 182 [Pa]						
Vliv samotížného vztlaku Δp _s = -742 [Pa]																			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{odis} +Δp _s =											20307	-	19182	+	-742	=	383		
Návrh přednastavení:											m=	25,7	[kg/h],	Δp _{rv} =	383	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,42 [m³/h]
																	=>	Zvolené přednastavení:	TPV (4)
																	=>	Skutečný s. kv:	0,38 [m³/h]
																	=>	Skutečná ztráta:	459 [Pa]

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N02																			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.I+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]							
1_49	279	16,0	0,98	12x1	0,060	8	8	15,9	29	-	0	37							
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} = 20307 [Pa]											Odečtení tlakové strážky z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_43,1_42,1_41,1_40,1_39	Δp _{odis} =	19 097 [Pa]						
Vliv samotížného vztlaku Δp _s = -742 [Pa]																			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{odis} +Δp _s =											20307	-	19097	+	-742	=	468		
Návrh přednastavení:											m=	16,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	468	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,23 [m³/h]
																	=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)
																	=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m³/h]
																	=>	Skutečná ztráta:	528 [Pa]

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N02																			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.I+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]							
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} = 20307 [Pa]											Odečtení tlakové strážky z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_43,1_42,1_41,1_40,1_39	Δp _{odis} =	19 052 [Pa]						
Vliv samotížného vztlaku Δp _s = -742 [Pa]																			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{odis} +Δp _s =											20307	-	19052	+	-742	=	513		
Návrh přednastavení:											m=	16,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	513	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,22 [m³/h]
																	=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)
																	=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m³/h]
																	=>	Skutečná ztráta:	528 [Pa]

Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]	
1_50	385	22,1	4,19	12x1	0,080	11	46	18,2	58	-	0	104
1_51	770	44,1	4,09	12x1	0,160	49	201	0,9	12	-	0	213
1_52	1 155	66,2	3,74	15x1	0,150	33	123	9,0	101	-	0	225

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N05																			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.I+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]							
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} = 20307 [Pa]											Odečtení tlakové strážky z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_43,1_42,1_41,1_40,1_39	Δp _{odis} =	19 478 [Pa]						
Vliv samotížného vztlaku Δp _s = -742 [Pa]																			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{odis} +Δp _s =											20307	-	19478	+	-742	=	87		
Návrh přednastavení:											m=	22,1	[kg/h],	Δp _{rv} =	87	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,75 [m³/h]
																	=>	Zvolené přednastavení:	TPV (8)
																	=>	Skutečný s. kv:	0,75 [m³/h]
																	=>	Skutečná ztráta:	87 [Pa]

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N05																			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.I+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]							
1_53	385	22,1	0,98	12x1	0,080	11	11	15,9	51	-	0	62							
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} = 20307 [Pa]											Odečtení tlakové strážky z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_43,1_42,1_41,1_40,1_39	Δp _{odis} =	19 436 [Pa]						
Vliv samotížného vztlaku Δp _s = -742 [Pa]																			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{odis} +Δp _s =											20307	-	19436	+	-742	=	129		
Návrh přednastavení:											m=	22,1	[kg/h],	Δp _{rv} =	129	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,61 [m³/h]
																	=>	Zvolené přednastavení:	TPV (6)
																	=>	Skutečný s. kv:	0,57 [m³/h]
																	=>	Skutečná ztráta:	150 [Pa]

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N04																			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.I+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]							
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} = 20307 [Pa]											Odečtení tlakové strážky z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_43,1_42,1_41,1_40,1_39	Δp _{odis} =	19 223 [Pa]						
Vliv samotížného vztlaku Δp _s = -742 [Pa]																			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{odis} +Δp _s =											20307	-	19223	+	-742	=	342		
Návrh přednastavení:											m=	22,1	[kg/h],	Δp _{rv} =	342	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,38 [m³/h]
																	=>	Zvolené přednastavení:	TPV (4)
																	=>	Skutečný s. kv:	0,38 [m³/h]
																	=>	Skutečná ztráta:	337 [Pa]

Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		Δp _{dis} [Pa]		
1_53´	212	12,2	3,76	12x1	0,040	5	20	18,2	15	-	0	35		
1_54´	730	41,8	4,10	12x1	0,150	41	169	0,9	10	-	0	179		
1_55´	1248	71,5	3,74	12x1	0,260	120	449	9,0	304	-	0	753		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N07										Q _{ot} =	212	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =				20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_43,1_55´,1_54´,1_53´				Δp _{dis} ´ =		19 559	[Pa]	
Vliv samotižného vztlaaku Δp _s =				-530	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} ´ - Δp _{ds} ´ + Δp _s =					20307	-	19559	+	-530	=	218			
Návrh přednastavení:					m=	12,2	[kg/h],	Δp _{rv} =	218	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,26 [m³/h]	
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m³/h]		
										=>	Skutečná ztráta:	305 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N05										Q _{ot} =	518	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
1_56	518	29,7	0,25	12x1	0,110	18	4	15,9	96	-	0	101		
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =				20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_43,1_55´,1_54´,1_56				Δp _{dis} ´ =		19 625	[Pa]	
Vliv samotižného vztlaaku Δp _s =				-530	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} ´ - Δp _{ds} ´ + Δp _s =					20307	-	19625	+	-530	=	152			
Návrh přednastavení:					m=	29,7	[kg/h],	Δp _{rv} =	152	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,76 [m³/h]	
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (8)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,75 [m³/h]		
										=>	Skutečná ztráta:	157 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N05										Q _{ot} =	518	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =				20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_43,1_55´,1_56				Δp _{dis} ´ =		19 446	[Pa]	
Vliv samotižného vztlaaku Δp _s =				-530	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} ´ - Δp _{ds} ´ + Δp _s =					20307	-	19446	+	-530	=	331			
Návrh přednastavení:					m=	29,7	[kg/h],	Δp _{rv} =	331	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,52 [m³/h]	
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,47 [m³/h]		
										=>	Skutečná ztráta:	399 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		Δp _{dis} [Pa]		
1_57	576	33,0	4,72	12x1	0,120	22	105	15,9	114	-	0	219		
1_58	1026	58,8	3,90	15x1	0,130	26	101	1,2	10	-	0	111		
1_59	1476	84,6	0,98	15x1	0,180	47	46	8,7	141	-	0	187		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N03										Q _{ot} =	576	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =				20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_43,1_59,1_58,1_57				Δp _{dis} ´ =		19 110	[Pa]	
Vliv samotižného vztlaaku Δp _s =				-530	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} ´ - Δp _{ds} ´ + Δp _s =					20307	-	19110	+	-530	=	667			
Návrh přednastavení:					m=	33,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	667	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,40 [m³/h]	
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (4)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,38 [m³/h]		
										=>	Skutečná ztráta:	755 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N04										Q _{ot} =	450	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
1_60	450	25,8	0,25	12x1	0,060	5	1	15,9	29	-	0	30		
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =				20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_43,1_59,1_60				Δp _{dis} ´ =		18 920	[Pa]	
Vliv samotižného vztlaaku Δp _s =				-530	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} ´ - Δp _{ds} ´ + Δp _s =					20307	-	18920	+	-530	=	857			
Návrh přednastavení:					m=	25,8	[kg/h],	Δp _{rv} =	857	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,28 [m³/h]	
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m³/h]		
										=>	Skutečná ztráta:	692 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N04										Q _{ot} =	450	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =				20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_43,1_59,1_60				Δp _{dis} ´ =		18 809	[Pa]	
Vliv samotižného vztlaaku Δp _s =				-530	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} ´ - Δp _{ds} ´ + Δp _s =					20307	-	18809	+	-530	=	968			
Návrh přednastavení:					m=	25,8	[kg/h],	Δp _{rv} =	968	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,26 [m³/h]	
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m³/h]		
										=>	Skutečná ztráta:	1375 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		Δp _{dis} [Pa]		
1_61	821	47,1	4,10	12x1	0,170	58	239	15,9	230	-	0	469		
1_62	1427	81,8	4,25	15x1	0,170	42	180	1,2	17	-	0	198		
1_63	2033	116,5	0,95	15x1	0,250	84	80	8,7	272	-	0	352		

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N01										Q _{ok} =	821	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_63,1_62,1_61					Δp _{sd} =	19 112	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd} =					20307	-	19112	=	1195	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	47,1	[kg/h],	Δp _{rv} =	1195	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,43 [m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (5)		
										=>	Skutečný s. kv: 0,47 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta: 1003 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N02										Q _{ok} =	606	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
1_64	606	34,7	0,25	12x1	0,130		28	7	15,9	134	-	0	141
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_63,1_62,1_64					Δp _{sd} =	18 784	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd} =					20307	-	18784	=	1523	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	34,7	[kg/h],	Δp _{rv} =	1523	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,28 [m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv: 0,31 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta: 1256 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N02										Q _{ok} =	606	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_63,1_61					Δp _{sd} =	18 586	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd} =					20307	-	18586	=	1721	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	34,7	[kg/h],	Δp _{rv} =	1721	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,26 [m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (2)		
										=>	Skutečný s. kv: 0,22 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta: 2493 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]		
1_65	747	42,8	3,95	15x1	0,090		10	38	15,9	64	-	0	102
1_66	1426	81,7	4,10	15x1	0,170		42	174	0,9	13	-	0	187
1_67	2105	120,7	3,41	15x1	0,260		89	305	8,7	294	-	0	599
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N04										Q _{ok} =	747	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_67,1_66,1_65					Δp _{sd} =	18 982	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd} =					20307	-	18982	=	1325	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	42,8	[kg/h],	Δp _{rv} =	1325	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,37 [m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (4)		
										=>	Skutečný s. kv: 0,38 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta: 1270 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N03										Q _{ok} =	679	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
1_68	679	38,9	0,25	15x1	0,090		7	2	15,9	64	-	0	66
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_67,1_66,1_68					Δp _{sd} =	18 945	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd} =					20307	-	18945	=	1362	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	38,9	[kg/h],	Δp _{rv} =	1362	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,33 [m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv: 0,31 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta: 1576 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N03										Q _{ok} =	679	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_44,1_67,1_65					Δp _{sd} =	18 759	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd} =					20307	-	18759	=	1548	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	38,9	[kg/h],	Δp _{rv} =	1548	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,31 [m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv: 0,31 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta: 1576 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]		
1_69	1314	75,3	3,74	15x1	0,160		38	142	15,9	204	-	0	346
1_70	2628	150,6	3,74	18x1	0,210		47	176	1,2	26	-	0	202
1_71	3942	226,0	1,92	22x1	0,210		33	63	8,7	192	-	0	255
Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektorům v místnosti 1N12										Q _{ok} =	1314	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_71,1_70,1_69					Δp _{sd} =	18 292	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd} =					20307	-	18292	=	2015	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	75,3	[kg/h],	Δp _{rv} =	2015	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,53 [m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení: RA-N 15 (5)		
										=>	Skutečný s. kv: 0,47 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta: 2568 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektorům v místnosti 1N12										Q _{ok} =	1314	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
1_72	1314	75,3	0,25	15x1	0,160		38	10	15,9	204	-	0	213
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_71,1_70,1_72					Δp _{sd} =	18 159	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd} =					20307	-	18159	=	2148	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m=	75,3	[kg/h],	Δp _{rv} =	2148	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,51 [m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení: RA-N 15 (5)		
										=>	Skutečný s. kv: 0,47 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta: 2568 [Pa]		

Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektorům v místnosti 1N12										Q _{akt} = 1314 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Rl+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} = 20307 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_45,1_71,1_72						Δp _{nds} = 17 957 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} = 20307					-			17957		= 2350 [Pa]		
Návrh přednastavení:					m=	75,3	[kg/h],	Δp _{rv} =	2350	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,49 [m³/h]
									=>	Zvolené přednastavení: RA-N 15 (5)		
									=>	Skutečný s. kv: 0,47 [m³/h]		
									=>	Skutečná ztráta: 2568 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]	
1_73	591	33,9	6,93	12x1	0,120	22	152	23,4	168	-	0	321
1_74	1 287	73,8	6,10	12x1	0,270	134	818	10,0	365	VV (07.11)	6047	7 230
Tlak. ztráta vyzávacího ventilu č.: 07. 11				Ventil D9505		DN10		Nastavení 1,40				
kv navrženého ventilu: 0,30 [m³/h]												
Skutečná tlaková ztráta ventilu: 6047 Pa												
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]	
1_75	348	19,9	3,10	12x1	0,070	10	29	15,9	39	-	0	68
1_76	696	39,9	14,40	12x1	0,140	34	488	12,0	118	-	0	606
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P16										Q _{akt} = 591 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Rl+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} = 20307 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_73,1_74						Δp _{nds} = 19 328 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} = 20307					-			19328		= 979 [Pa]		
Návrh přednastavení:					m=	33,9	[kg/h],	Δp _{rv} =	979	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,34 [m³/h]
									=>	Zvolené přednastavení: HM (X)		
									=>	Skutečný s. kv: 0,31 [m³/h]		
									=>	Skutečná ztráta: 1194 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P02										Q _{akt} = 348 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Rl+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} = 20307 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_47,1_74,1_75,1_76						Δp _{nds} = 19 681 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} = 20307					-			19681		= 626 [Pa]		
Návrh přednastavení:					m=	19,9	[kg/h],	Δp _{rv} =	626	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,25 [m³/h]
									=>	Zvolené přednastavení: HM (X)		
									=>	Skutečný s. kv: 0,31 [m³/h]		
									=>	Skutečná ztráta: 414 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P02										Q _{akt} = 348 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Rl+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
1_77	348	19,9	0,25	12x1	0,070	10	2	15,9	39	-	0	41
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} = 20307 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_74,1_75,1_77						Δp _{nds} = 19 654 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} = 20307					-			19654		= 653 [Pa]		
Návrh přednastavení:					m=	19,9	[kg/h],	Δp _{rv} =	653	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,25 [m³/h]
									=>	Zvolené přednastavení: TPV (2)		
									=>	Skutečný s. kv: 0,22 [m³/h]		
									=>	Skutečná ztráta: 822 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]	
1_81	272	15,6	8,40	12x1	0,060	8	69	23,4	42	-	0	111
1_80	1 015	58,2	3,69	12x1	0,210	86	318	0,9	20	-	0	338
1_79	1 874	107,4	3,50	15x1	0,230	72	252	1,2	32	-	0	284
1_78	2 916	167,2	5,40	15x1	0,360	159	859	8,8	568	VV (07.12)	1533	2 959
Tlak. ztráta vyzávacího ventilu č.: 07. 12				Ventil D9505		DN15		Nastavení 2,65				
kv navrženého ventilu: 1,35 [m³/h]												
Skutečná tlaková ztráta ventilu: 1533 Pa												
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]	
1_84	521	29,9	3,64	12x1	0,110	18	64	15,6	94	-	0	158
1_85	1 042	59,7	5,10	12x1	0,220	94	477	6,1	148	-	0	625
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P09										Q _{akt} = 272 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Rl+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} = 20307 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_78,1_79,1_80,1_81						Δp _{nds} = 19 854 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} = 20307					-			19854		= 453 [Pa]		
Návrh přednastavení:					m=	15,6	[kg/h],	Δp _{rv} =	453	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,23 [m³/h]
									=>	Zvolené přednastavení: TPV (2)		
									=>	Skutečný s. kv: 0,22 [m³/h]		
									=>	Skutečná ztráta: 502 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P06										Q _{akt} = 743 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Rl+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
1_82	743	42,6	0,25	12x1	0,150	41	10	15,9	179	-	0	189
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} = 20307 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_47,1_46,1_78,1_79,1_80,1_82						Δp _{nds} = 19 932 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} = 20307					-			19932		= 375 [Pa]		
Návrh přednastavení:					m=	42,6	[kg/h],	Δp _{rv} =	375	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,70 [m³/h]
									=>	Zvolené přednastavení: TPV (7)		
									=>	Skutečný s. kv: 0,66 [m³/h]		
									=>	Skutečná ztráta: 416 [Pa]		

Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 4N05												Q _{ak} =	385	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.I+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]			
1_100	385	22,1	0,25	12x1	0,080	11	3	15,9	51	-	0	54			
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí 1_48,1_94,1_93,1_92,1_91,1_90,1_99,1_98,1_100				Δp _{nds} =	18 770	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =						-742	[Pa]								
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{sd} -Δp _{sd} ' +Δp _s =						20307	-	18770	+	-742	=	795			
Návrh přednastavení:						m =	22,1	[kg/h],	Δp _{vy} =	795	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,25	[m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
											=>	Skutečný s. kv:	0,22	[m ³ /h]	
											=>	Skutečná ztráta:	1006	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 4N06												Q _{ak} =	575	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.I+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]			
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí 1_48,1_94,1_93,1_92,1_91,1_90,1_99,1_98				Δp _{nds} =	18 592	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =						-742	[Pa]								
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{sd} -Δp _{sd} ' +Δp _s =						20307	-	18592	+	-742	=	973			
Návrh přednastavení:						m =	33,0	[kg/h],	Δp _{vy} =	973	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,33	[m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
											=>	Skutečný s. kv:	0,31	[m ³ /h]	
											=>	Skutečná ztráta:	1130	[Pa]	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1															
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]				
1_101	212	12,2	4,30	12x1	0,040	6	26	15,6	12	-	0	38			
1_102	707	40,5	4,00	12x1	0,150	41	164	0,9	10	-	0	175			
1_103	1 202	68,9	0,89	12x1	0,250	117	104	8,7	272	VV (07.14)	942	1 318			
Tlaková vyznačovací ventilu č.: 07. 14 Ventil D9505 DN10 Nastavení 2,65															
kv navrženého ventilu:												0,71	[m ³ /h]		
Skutečná tlaková ztráta ventilu:												942	Pa		
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N07												Q _{ak} =	212	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.I+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]			
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí 1_48,1_94,1_93,1_92,1_91,1_90,1_101				Δp _{nds} =	19 564	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =						-530	[Pa]								
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{sd} -Δp _{sd} ' +Δp _s =						20307	-	19564	+	-530	=	213			
Návrh přednastavení:						m =	12,2	[kg/h],	Δp _{vy} =	213	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,26	[m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
											=>	Skutečný s. kv:	0,22	[m ³ /h]	
											=>	Skutečná ztráta:	305	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N08												Q _{ak} =	495	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.I+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]			
1_104	495	28,4	0,25	12x1	0,100	14	3	15,6	78	-	0	81			
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí 1_48,1_94,1_93,1_92,1_91,1_90,1_103,1_104				Δp _{nds} =	19 607	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =						-530	[Pa]								
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{sd} -Δp _{sd} ' +Δp _s =						20307	-	19607	+	-530	=	170			
Návrh přednastavení:						m =	28,4	[kg/h],	Δp _{vy} =	170	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,69	[m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení:	TPV (7)		
											=>	Skutečný s. kv:	0,69	[m ³ /h]	
											=>	Skutečná ztráta:	169	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N08												Q _{ak} =	495	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.I+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]			
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí 1_48,1_94,1_93,1_92,1_91,1_90,1_103,1_104				Δp _{nds} =	19 432	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =						-530	[Pa]								
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{sd} -Δp _{sd} ' +Δp _s =						20307	-	19432	+	-530	=	345			
Návrh přednastavení:						m =	28,4	[kg/h],	Δp _{vy} =	345	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,48	[m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)		
											=>	Skutečný s. kv:	0,47	[m ³ /h]	
											=>	Skutečná ztráta:	364	[Pa]	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1															
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]				
1_105	597	34,2	3,73	12x1	0,120	22	82	20,8	150	-	0	232			
1_106	1 194	68,4	4,14	15x1	0,150	34	141	1,2	14	-	0	155			
1_107	1 822	104,4	4,00	18x1	0,150	26	104	1,2	14	-	0	118			
1_108	2 450	140,4	5,90	18x1	0,200	43	254	8,7	174	-	0	428			
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N11												Q _{ak} =	597	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.I+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]			
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí 1_48,1_94,1_93,1_92,1_91,1_90,1_107,1_106,1_105				Δp _{nds} =	18 965	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =						-530	[Pa]								
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{sd} -Δp _{sd} ' +Δp _s =						20307	-	18965	+	-530	=	812			
Návrh přednastavení:						m =	34,2	[kg/h],	Δp _{vy} =	812	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,38	[m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení:	TPV (4)		
											=>	Skutečný s. kv:	0,38	[m ³ /h]	
											=>	Skutečná ztráta:	811	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N11												Q _{ak} =	597	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.I+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]			
1_109	597	34,2	0,25	12x1	0,120	22	6	20,8	150	-	0	155			
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ds} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí 1_48,1_94,1_93,1_92,1_91,1_90,1_108,1_107,1_106,1_109				Δp _{nds} =	18 889	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =						-530	[Pa]								
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{sd} -Δp _{sd} ' +Δp _s =						20307	-	18889	+	-530	=	888			
Návrh přednastavení:						m =	34,2	[kg/h],	Δp _{vy} =	888	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,36	[m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení:	TPV (4)		
											=>	Skutečný s. kv:	0,38	[m ³ /h]	
											=>	Skutečná ztráta:	811	[Pa]	

Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N10										Q _{ek} =	628	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1_110	628	36,0	0,25	12x1	0,130	28	7	20,8	176	-	0	183
Seřízení k větví 1_06, Δp _{dis} = 20307 [Pa]										Δp _{potis} = 18 761 [Pa]		
Vliv samotížného vztlaaku Δp _s = -530 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} -Δp _{dis} +Δp _s = 20307 - 18761 + -530 = 1016												
Návrh přednastavení:	m= 36,0 [kg/h], Δp _{rv} = 1016 [Pa]				=> Potřebné kv:		0,36 [m ³ /h]					
					=> Zvolené přednastavení:		TPV (4)					
					=> Skutečný s. kv:		0,38 [m ³ /h]					
					=> Skutečná ztráta:		897 [Pa]					
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N10										Q _{ek} =	628	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 1_06, Δp _{dis} = 20307 [Pa]										Δp _{potis} = 18 644 [Pa]		
Vliv samotížného vztlaaku Δp _s = -530 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} -Δp _{dis} +Δp _s = 20307 - 18644 + -530 = 1133												
Návrh přednastavení:	m= 36,0 [kg/h], Δp _{rv} = 1133 [Pa]				=> Potřebné kv:		0,34 [m ³ /h]					
					=> Zvolené přednastavení:		TPV (3)					
					=> Skutečný s. kv:		0,31 [m ³ /h]					
					=> Skutečná ztráta:		1349 [Pa]					
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		Δp _{dis} [Pa]
1_111	770	44,1	4,10	12x1	0,160	49	202	15,6	200	-	0	401
1_112	1540	88,3	4,00	15x1	0,190	52	206	1,2	22	-	0	228
1_113	2416	138,5	0,71	18x1	0,200	43	31	9,0	180	-	0	211
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N05										Q _{ek} =	770	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 1_06, Δp _{dis} = 20307 [Pa]										Δp _{potis} = 17 588 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} -Δp _{dis} = 20307 - 17588 = 2719 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 44,1 [kg/h], Δp _{rv} = 2719 [Pa]				=> Potřebné kv:		0,27 [m ³ /h]					
					=> Zvolené přednastavení:		TPV (3)					
					=> Skutečný s. kv:		0,31 [m ³ /h]					
					=> Skutečná ztráta:		2027 [Pa]					
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N05										Q _{ek} =	770	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1_114	770	44,1	0,25	12x1	0,160	49	12	15,6	200	-	0	212
Seřízení k větví 1_06, Δp _{dis} = 20307 [Pa]										Δp _{potis} = 17 399 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} -Δp _{dis} = 20307 - 17399 = 2908 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 44,1 [kg/h], Δp _{rv} = 2908 [Pa]				=> Potřebné kv:		0,26 [m ³ /h]					
					=> Zvolené přednastavení:		TPV (2)					
					=> Skutečný s. kv:		0,22 [m ³ /h]					
					=> Skutečná ztráta:		4025 [Pa]					
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N05										Q _{ek} =	876	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1_115	876	50,2	0,25	15x1	0,110	16	4	15,6	94	-	0	98
Seřízení k větví 1_06, Δp _{dis} = 20307 [Pa]										Δp _{potis} = 17 057 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} -Δp _{dis} = 20307 - 17057 = 3250 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 50,2 [kg/h], Δp _{rv} = 3250 [Pa]				=> Potřebné kv:		0,28 [m ³ /h]					
					=> Zvolené přednastavení:		TPV (3)					
					=> Skutečný s. kv:		0,31 [m ³ /h]					
					=> Skutečná ztráta:		2624 [Pa]					
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		Δp _{dis} [Pa]
1_116	890	51,0	4,23	12x1	0,180	66	279	15,6	253	-	0	531
1_117	1780	102,0	4,34	15x1	0,220	67	289	1,2	29	-	0	318
1_118	2656	152,2	5,87	18x1	0,220	47	276	9,0	218	-	0	494
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N08										Q _{ek} =	890	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 1_06, Δp _{dis} = 20307 [Pa]										Δp _{potis} = 18 092 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} -Δp _{dis} = 20307 - 18092 = 2215 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 51,0 [kg/h], Δp _{rv} = 2215 [Pa]				=> Potřebné kv:		0,34 [m ³ /h]					
					=> Zvolené přednastavení:		TPV (3)					
					=> Skutečný s. kv:		0,31 [m ³ /h]					
					=> Skutečná ztráta:		2708 [Pa]					
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N08										Q _{ek} =	890	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1_119	890	51,0	0,25	12x1	0,180	66	16	15,6	253	-	0	269
Seřízení k větví 1_06, Δp _{dis} = 20307 [Pa]										Δp _{potis} = 17 829 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} -Δp _{dis} = 20307 - 17829 = 2478 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 51,0 [kg/h], Δp _{rv} = 2478 [Pa]				=> Potřebné kv:		0,32 [m ³ /h]					
					=> Zvolené přednastavení:		TPV (3)					
					=> Skutečný s. kv:		0,31 [m ³ /h]					
					=> Skutečná ztráta:		2708 [Pa]					
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N07										Q _{ek} =	876	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	RI [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1_120	876	50,2	0,25	15x1	0,110	16	4	15,6	94	-	0	98
Seřízení k větví 1_06, Δp _{dis} = 20307 [Pa]										Δp _{potis} = 17 341 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} -Δp _{dis} = 20307 - 17341 = 2967 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 50,2 [kg/h], Δp _{rv} = 2967 [Pa]				=> Potřebné kv:		0,29 [m ³ /h]					
					=> Zvolené přednastavení:		TPV (3)					
					=> Skutečný s. kv:		0,31 [m ³ /h]					
					=> Skutečná ztráta:		2624 [Pa]					

Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]	
1_121	815	46,7	3,56	15x1	0,100	13	45	15,6	78	-	0	123
1_122	1630	93,4	3,96	15x1	0,200	56	223	0,9	18	-	0	241
1_123	2445	140,2	2,10	15x1	0,300	115	242	8,7	392	-	0	633

Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektorům v místnosti 1N01													Q _{sk} =	815	[W]						
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R1+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]									
Seřízení k větví 1_06, Δp _{sk} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_94,1_93,1_123,1_122,1_121					Δp _{vd} ' =	16 430	[Pa]						
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{pot} Δp _{vd} ' =						20307	-	16430	=	3877	[Pa]	m=	46,7	[kg/h],	Δp _{vy} =	3877	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,24	[m ³ /h]
Návrh přednastavení:												=>	Zvolené přednastavení:	RA-N 15 (3)							
												=>	Skutečný s. kv:	0,25	[m ³ /h]						
												=>	Skutečná ztráta:	3492	[Pa]						

Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektorům v místnosti 1N01													Q _{sk} =	815	[W]						
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R1+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]									
1_124	815	46,7	0,25	15x1	0,100	13	3	15,6	78	-	0	81									
Seřízení k větví 1_06, Δp _{sk} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_94,1_93,1_123,1_122,1_124					Δp _{vd} ' =	16 389	[Pa]						
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{pot} Δp _{vd} ' =						20307	-	16389	=	3918	[Pa]	m=	46,7	[kg/h],	Δp _{vy} =	3918	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,24	[m ³ /h]
Návrh přednastavení:												=>	Zvolené přednastavení:	RA-N 15 (3)							
												=>	Skutečný s. kv:	0,25	[m ³ /h]						
												=>	Skutečná ztráta:	3492	[Pa]						

Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektorům v místnosti 1N01													Q _{sk} =	815	[W]						
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R1+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]									
Seřízení k větví 1_06, Δp _{sk} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_94,1_93,1_123,1_124					Δp _{vd} ' =	16 148	[Pa]						
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{pot} Δp _{vd} ' =						20307	-	16148	=	4159	[Pa]	m=	46,7	[kg/h],	Δp _{vy} =	4159	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,23	[m ³ /h]
Návrh přednastavení:												=>	Zvolené přednastavení:	RA-N 15 (3)							
												=>	Skutečný s. kv:	0,25	[m ³ /h]						
												=>	Skutečná ztráta:	3492	[Pa]						

Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]	
1_125	816	46,8	4,11	15x1	0,100	13	51	15,6	78	-	0	129
1_126	1632	93,6	2,85	18x1	0,130	94	267	1,2	10	-	0	277
1_127	2572	147,4	5,97	22x1	0,130	15	91	14,6	123	-	0	214
1_128	4855	278,3	5,97	22x1	0,250	48	287	6,5	203	-	0	490
1_129	6848	392,5	5,97	22x1	0,350	88	523	6,5	398	-	0	921
1_130	10387	595,4	6,20	28x1,5	0,350	63	391	15	894	VV (07.15)	3596	4 505
1_131	15161	869,1	13,57	28x1,5	0,500	126	1710	7,1	888	-	0	2 597

Tlak. ztráta vypočítaného ventilu č.:		07. 15	Ventil D9505	DN25	Nastavení	1,80
kv navrženého ventilu:						3,14 [m ³ /h]
Skutečná tlaková ztráta ventilu:						3596 Pa

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N10													Q _{sk} =	816	[W]							
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R1+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]										
Seřízení k větví 1_06, Δp _{sk} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_94,1_131,1_130,1_129,1_128,1_127,1_126,1_125					Δp _{vd} ' =	18 929	[Pa]							
Vliv samotižného vztaku Δp _s =						-742	[Pa]															
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{pot} Δp _{vd} ' + Δp _s =						20307	-	18929	+	-742	=	636	m=	46,8	[kg/h],	Δp _{vy} =	636	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,59	[m ³ /h]
Návrh přednastavení:												=>	Zvolené přednastavení:	TPV (6)								
												=>	Skutečný s. kv:	0,57	[m ³ /h]							
												=>	Skutečná ztráta:	673	[Pa]							

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N10													Q _{sk} =	816	[W]							
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R1+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]										
1_132	816	46,8	0,25	15x1	0,100	13	3	15,6	78	-	0	81										
Seřízení k větví 1_06, Δp _{sk} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_94,1_131,1_130,1_129,1_128,1_127,1_126,1_132					Δp _{vd} ' =	18 881	[Pa]							
Vliv samotižného vztaku Δp _s =						-530	[Pa]															
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{pot} Δp _{vd} ' + Δp _s =						20307	-	18881	+	-530	=	896	m=	46,8	[kg/h],	Δp _{vy} =	896	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,49	[m ³ /h]
Návrh přednastavení:												=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)								
												=>	Skutečný s. kv:	0,47	[m ³ /h]							
												=>	Skutečná ztráta:	990	[Pa]							

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N09													Q _{sk} =	940	[W]							
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R1+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]										
1_133	940	53,9	0,25	15x1	0,120	21	5	15,6	112	-	0	118										
Seřízení k větví 1_06, Δp _{sk} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_94,1_131,1_130,1_129,1_128,1_132,1_132					Δp _{vd} ' =	18 523	[Pa]							
Vliv samotižného vztaku Δp _s =						-530	[Pa]															
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{pot} Δp _{vd} ' + Δp _s =						20307	-	18523	+	-530	=	1254	m=	53,9	[kg/h],	Δp _{vy} =	1254	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,48	[m ³ /h]
Návrh přednastavení:												=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)								
												=>	Skutečný s. kv:	0,47	[m ³ /h]							
												=>	Skutečná ztráta:	1314	[Pa]							

Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]	
1_134	385	22,1	3,40	12x1	0,090	11	37	15,9	64	-	0	102
1_135	1248	71,5	1,95	15x1	0,170	39	76	9,0	130	-	0	206

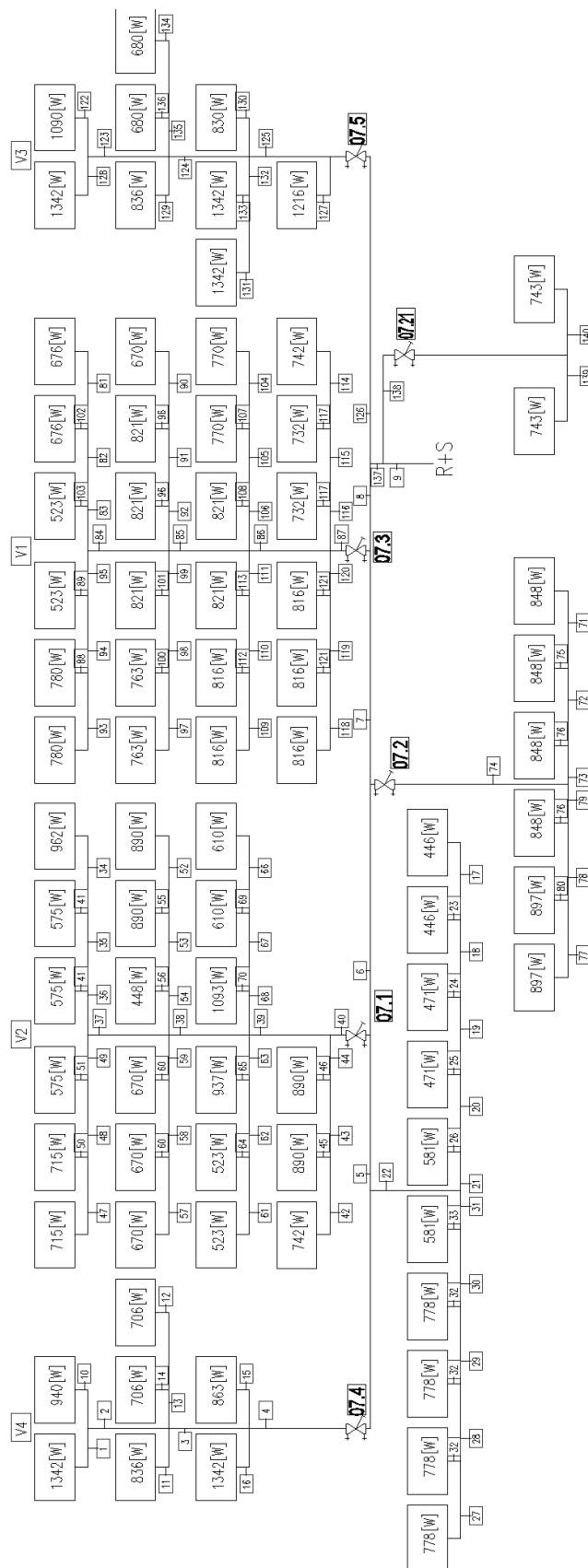
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N12													Q _{sk} =	385	[W]							
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R1+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]										
Seřízení k větví 1_06, Δp _{sk} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 1_48,1_94,1_131,1_130,1_129,1_128,1_135,1_134					Δp _{vd} ' =	18 617	[Pa]							
Vliv samotižného vztaku Δp _s =						-530	[Pa]															
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{vy} = Δp _{pot} Δp _{vd} ' + Δp _s =						20307	-	18617	+	-530	=	1160	m=	22,1	[kg/h],	Δp _{vy} =	1160	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,20	[m ³ /h]
Návrh přednastavení:												=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)								
												=>	Skutečný s. kv:	0,22	[m ³ /h]							
												=>	Skutečná ztráta:	1006	[Pa]							

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N13										Q _{ot} =	863	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R1+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
1_136	863	49,5	0,25	15x1	0,110	16	4	15,6	94	-	0	98	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 1_48,1_94,1_131,1_130,1_129,1_135,1_135			Δp _{yds} =	18 613 [Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _p =						-530	[Pa]						
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{yds} -Δp _{ak} +Δp _p =						20307	-	18613	+	-530	=	1164	
Návrh přednastavení:					m=	49,5	[kg/h],	Δp _{rv} =	1164	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,46 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,47 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1108 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N15										Q _{ot} =	1035	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R1+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
1_137	1 035	59,3	4,45	15x1	0,130	26	115	18,2	154	-	0	269	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 1_48,1_94,1_131,1_130,1_129,1_137			Δp _{yds} =	18 309 [Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _p =						-530	[Pa]						
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{yds} -Δp _{ak} +Δp _p =						20307	-	18309	+	-530	=	1468	
Návrh přednastavení:					m=	59,3	[kg/h],	Δp _{rv} =	1468	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,49 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,47 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1593 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektorům v místnosti ZN09										Q _{ot} =	1044	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R1+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
1_138	1 044	59,8	2,16	15x1	0,130	26	55	18,2	154	-	0	209	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 1_48,1_94,1_131,1_130,1_129			Δp _{yds} =	18 028 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{yds} -Δp _{ak} =						20307	-	18028	=	2279	[Pa]		
Návrh přednastavení:					m=	59,8	[kg/h],	Δp _{rv} =	2279	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,40 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (4)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,38 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	2480 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektorům v místnosti ZN11										Q _{ot} =	949	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R1+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
1_139	949	54,4	2,16	15x1	0,120	21	45	18,2	131	-	0	176	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 1_48,1_94,1_131,1_130,1_139,1_129			Δp _{yds} =	18 916 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{yds} -Δp _{ak} =						20307	-	18916	=	1391	[Pa]		
Návrh přednastavení:					m=	54,4	[kg/h],	Δp _{rv} =	1391	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,46 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,47 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1340 [Pa]	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		Δp _{ak} [Pa]	
1_140	670	38,4	31,40	12x1	0,140	34	1 064	28,6	280	-	0	1 345	
1_141	1 417	81,2	1,82	15x1	0,170	42	77	6,4	92	-	0	170	
Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektorům v místnosti 1N11										Q _{ot} =	670	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R1+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 1_48,1_94,1_131,1_130,1_141,1_140			Δp _{yds} =	18 413 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{yds} -Δp _{ak} =						20307	-	18413	=	1894	[Pa]		
Návrh přednastavení:					m=	38,4	[kg/h],	Δp _{rv} =	1894	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,28 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1535 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektorům v místnosti 1N01										Q _{ot} =	747	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R1+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
1_142	747	42,8	2,16	12x1	0,150	41	89	15,9	179	-	0	268	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 1_48,1_94,1_131,1_130,1_141,1_142			Δp _{yds} =	17 336 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{yds} -Δp _{ak} =						20307	-	17336	=	2971	[Pa]		
Návrh přednastavení:					m=	42,8	[kg/h],	Δp _{rv} =	2971	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,25 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	3788 [Pa]	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		Δp _{ak} [Pa]	
1_143	628	36,0	4,20	12x1	0,130	28	116	15,6	132	-	0	248	
1_144	1 375	78,8	4,00	15x1	0,170	42	170	1,2	17	-	0	187	
1_145	2 122	121,6	2,78	15x1	0,260	89	249	6,4	216	-	0	465	
Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektorům v místnosti 1N03										Q _{ot} =	628	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R1+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 1_48,1_94,1_131,1_130,1_145,1_144,1_143			Δp _{yds} =	17 798 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{yds} -Δp _{ak} =						20307	-	17798	=	2509	[Pa]		
Návrh přednastavení:					m=	36,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	2509	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,23 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	2678 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektorům v místnosti 1N02										Q _{ot} =	747	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R1+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} =						20307	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 1_48,1_94,1_131,1_130,1_145,1_144,1_142			Δp _{yds} =	17 818 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{yds} -Δp _{ak} =						20307	-	17818	=	2489	[Pa]		
Návrh přednastavení:					m=	42,8	[kg/h],	Δp _{rv} =	2489	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,27 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1908 [Pa]	

Dimenzování vedlejšího úseku ke konvektorům v místnosti 1N02											Q _{ek} = 747 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _{I+Z} +Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z čísel: 1_48,1_94,1_131,1_149,1_145,1_142						Δp _{ztr} = 17 631 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{ztr} -Δp _{ak} =					20307	-	17631	=	2676 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m = 42,8 [kg/h], Δp _{prv} =		2676 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,26 [m ³ /h]		
								=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]		
								=>	Skutečná ztráta:	3788 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
1_146	1 637	93,8	7,48	15x1	0,200	56	421	15,6	312	-	0	733
1_150	769	44,1	3,90	12x1	0,160	49	192	15,6	200	-	0	392
1_147	2 454	140,7	0,96	18x1	0,200	43	41	7,4	148	-	0	189
1_148	3 060	175,4	2,84	18x1	0,250	64	181	6,1	191	-	0	372
1_149	5 140	294,6	6,45	18x1	0,420	163	1 051	9,7	856	VV (07.16)	3456	5 363
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.: 07. 16 Ventil D9505 DN15 Nastavení 2,85												
kv navrženého ventilu:											1,58 [m ³ /h]	
Skutečná tlaková ztráta ventilu:											3456 Pa	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 1												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]	
1_146	1 637	93,8	7,48	15x1	0,200	56	421	15,6	312	-	0	733
1_150	769	44,1	3,90	12x1	0,160	49	192	15,6	200	-	0	392
1_151	1 474	84,5	6,81	15x1	0,180	47	319	3,8	62	-	0	380
1_152	2 080	119,2	2,79	15x1	0,250	83	233	1,2	38	-	0	270
Dimenzování vedlejšího úseku ke konvektorům v místnosti 1P18											Q _{ek} = 1271 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _{I+Z} +Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z čísel: 1_48,1_94,1_131,1_149,1_148,1_147,1_146						Δp _{ztr} = 19 051 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{ztr} -Δp _{ak} =					20307	-	19051	=	1256 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m = 72,9 [kg/h], Δp _{prv} =		1256 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,65 [m ³ /h]		
								=>	Zvolené přednastavení:	TPV (7)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,66 [m ³ /h]		
								=>	Skutečná ztráta:	1219 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku ke konvektorům v místnosti 1P36											Q _{ek} = 817 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _{I+Z} +Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]
1_153	817	46,8	19,55	15x1	0,100	12	235	15,9	80	-	0	314
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z čísel: 1_48,1_94,1_131,1_149,1_148,1_147,1_146,1_153						Δp _{ztr} = 18 632 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{ztr} -Δp _{ak} =					20307	-	18632	=	1675 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m = 46,8 [kg/h], Δp _{prv} =		1675 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,36 [m ³ /h]		
								=>	Zvolené přednastavení:	HM (2)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,4 [m ³ /h]		
								=>	Skutečná ztráta:	1371 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku ke konvektorům v místnosti 1P24											Q _{ek} = 366 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _{I+Z} +Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]
1_156	366	21,0	10,35	12x1	0,080	11	113	18,5	59	-	0	172
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z čísel: 1_48,1_94,1_131,1_149,1_148,1_147,1_146,1_156						Δp _{ztr} = 19 223 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{ztr} -Δp _{ak} =					20307	-	19223	=	1084 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m = 21,0 [kg/h], Δp _{prv} =		1084 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,20 [m ³ /h]		
								=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]		
								=>	Skutečná ztráta:	909 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku ke konvektorům v místnosti 1P19											Q _{ek} = 606 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _{I+Z} +Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]
1_154	606	34,7	0,25	12x1	0,130	28	7	15,9	134	-	0	141
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z čísel: 1_48,1_94,1_131,1_149,1_148,1_147,1_154						Δp _{ztr} = 18 270 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{ztr} -Δp _{ak} =					20307	-	18270	=	2037 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m = 34,7 [kg/h], Δp _{prv} =		2037 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,24 [m ³ /h]		
								=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]		
								=>	Skutečná ztráta:	2493 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku ke konvektorům v místnosti 1P11											Q _{ek} = 769 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _{I+Z} +Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z čísel: 1_48,1_94,1_131,1_149,1_150,1_151,1_152						Δp _{ztr} = 18 799 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{ztr} -Δp _{ak} =					20307	-	18799	=	1508 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m = 44,1 [kg/h], Δp _{prv} =		1508 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,36 [m ³ /h]		
								=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,39 [m ³ /h]		
								=>	Skutečná ztráta:	1278 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku ke konvektorům v místnosti 1P12											Q _{ek} = 705 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _{I+Z} +Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]
1_155	705	40,4	0,25	15x1	0,090	9	2	15,9	64	-	0	67
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z čísel: 1_48,1_94,1_131,1_149,1_150,1_151,1_152						Δp _{ztr} = 18 474 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{ztr} -Δp _{ak} =					20307	-	18474	=	1833 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m = 40,4 [kg/h], Δp _{prv} =		1833 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,30 [m ³ /h]		
								=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]		
								=>	Skutečná ztráta:	1699 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku ke konvektorům v místnosti 1P13											Q _{ek} = 606 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _{I+Z} +Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ak} [Pa]
Seřízení k větví 1_06, Δp _{ak} = 20307 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z čísel: 1_48,1_94,1_131,1_149,1_150,1_151,1_152						Δp _{ztr} = 18 168 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{ztr} -Δp _{ak} =					20307	-	18168	=	2139 [Pa]			
Návrh přednastavení:					m = 34,7 [kg/h], Δp _{prv} =		2139 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,24 [m ³ /h]		
								=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]		
								=>	Skutečná ztráta:	2493 [Pa]		

5.2 Dimenzování 2. otopné větve: jižní (modrá)

- Teplotní spád 65/50 °C



Obrázek 5.3 Pracovní schéma pro dimenzování – 2. větev

5.2.1 Dimenzování základního okruhu

Dimenzování základního (nejnepříznivějšího) okruhu - VĚTEV 2 - MODRÁ													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
2_01	1 342	76,9	1,35	15x1	0,160	38	51	23,4	300	TPV (8)	1052	1 403	1 403
2_02	2 282	130,8	6,09	18x1	0,180	36	218	12,6	204	-	0	422	1 825
2_03	4 530	259,7	5,97	18x1	0,360	122	730	2,3	149	-	0	879	2 704
2_04	6 735	386,1	37,98	22x1	0,350	71	2 678	13,0	796	VV (07.4)	39	3 513	6 217
2_05	12 843	736,2	3,58	28x1,5	0,420	92	329	4,3	379	-	0	708	6 925
2_06	28 016	1606,0	1,14	35x1,5	0,570	118	134	1,7	276	-	0	410	7 335
2_07	33 202	1903,2	23,26	35x1,5	0,670	158	3 677	1,4	314	-	0	3 992	11 327
2_08	51 287	2939,9	12,10	42x1,5	0,700	134	1 623	6,9	1691	-	0	3 313	14 640
2_137	52 765	3024,6	4,40	42x1,5	0,720	139	612	7,1	1840	-	0	2 452	17 092
2_09	60 985	3495,8	5,60	42x1,5	0,810	176	984	14,9	4888	-	0	5 872	22 964
Vliv samotižného vztlaaku:											-742		
Tlaková ztráta směšovacího ventilu:											12221		34 443
Celkový tlak pro návrh čerpadla Č.2. =													34 443

Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.:	07. 4	Ventil D9505	DN40	Nastavení:	4,00
kv navrženého ventilu:					19,50 [m3/h]
Skutečná tlaková ztráta ventilu:					39 Pa
Tlaková ztráta směšovacího ventilu:	06. 1	VRG131	DN25	Označení:	VRG131
Autorita ventilu:					50 %
Dispoziční tlak za směšovací armaturou:					22964 Pa
Potřebná tlaková ztráta ventilu Δpventil=					11482 Pa
Potřebné kv					10,32 [m3/h]
Navržený ventil s kv:					10 [m3/h]
Skutečná tlaková ztráta ventilu:					12221 Pa
Kontrola autority:					53 ≥ 30

Tabulka 5.5 Dimenzování základního okruhu – 2. Větev

5.2.1.1 Návrh směšovacího ventilu

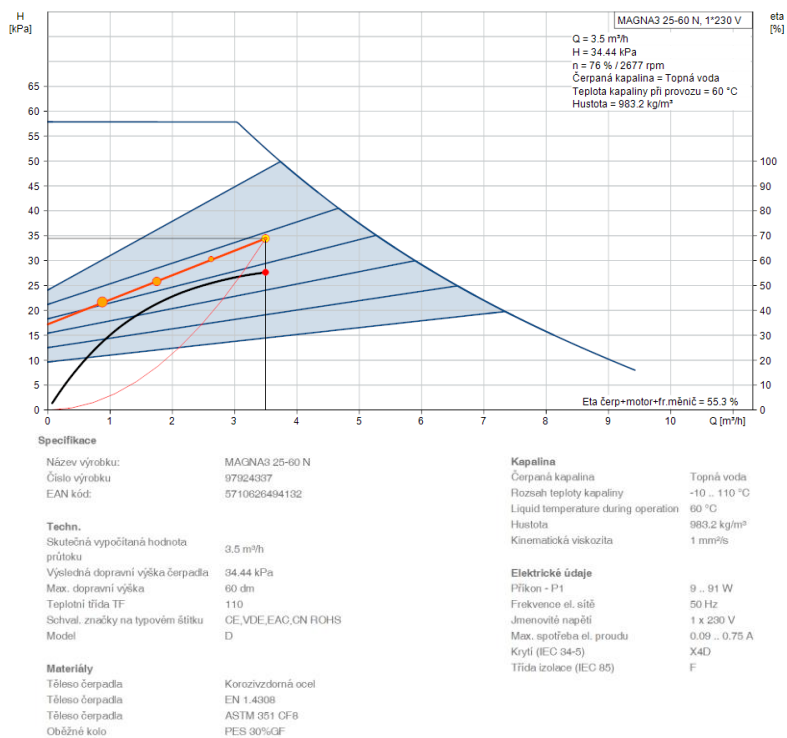
Návrh: **Směšovací ventil ESBE VRG 131 25-10** - mosazná armatura s ochranou proti vyluhování zinku s akčním spínacím rozsahem maximálně 90 °, $k_{vs}=10$ [m³h⁻¹]. Na tuto armaturu bude osazen servopohon – určí specialista na MAR. Dílčí výpočty pro návrh jsou uvedeny v předchozí tabulce.

5.2.1.2 Návrh vyvažovacího ventilu

Návrh: **Vyvažovací ventil HYDRONIC D 9505 – DN 40 – 4,0**, $k_{vs}=19,5$ [m³h⁻¹] – ventil pro ruční hydronické vyvážení potrubní sítě s funkcí přednastavení požadovaného průtoku, uzavírání, měření průtoku, teploty a tlaku protékajícího média. Ventil bude umístěn na patě příslušného stoupacího potrubí z důvodu měření a uzavírání.

5.2.1.3 Návrh čerpadla

Návrh čerpadla je proveden pomocí online aplikace Grundsof. [58] Návrh: **MAGMA3 25-60**.



Obrázek 5.4 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla a technická specifikace

5.2.2 Dimenzování ostatních okruhu včetně návrhu přednastavení regulačních armatur a návrhu vyvažovacích ventilů

Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 4N22											Q _{sk} = 940 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
2_10	940	53,9	4,53	15x1	0,110	16	74	18,5	112	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	186	186
Seřízení k větví 2_01, Δp _{sk} = 1403 [Pa]												
Vliv samotížného vztaku Δp _s = -742 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{gcr} ·Δp _{sd} + Δp _s = 1403 - 186 + -742 = 847 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 53,9 [kg/h], Δp _{vy} = 847 [Pa]									Potřebné kv: 0,59 [m ³ /h]		
										Zvolené přednastavení: TPV (6)		
										Skutečný s. kv: 0,57 [m ³ /h]		
										Skutečná ztráta: 894 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N24											Q _{sk} = 836 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	X	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
2_11	836	47,9	1,63	15x1	0,100	13	20	18,2	91	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	111	111
Seřízení k větví 2_02, Δp _{sk} = 1825 [Pa]												
Vliv samotížného vztaku Δp _s = -530 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{gcr} ·Δp _{sd} + Δp _s = 1825 - 111 + -530 = 1184 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 47,9 [kg/h], Δp _{vy} = 1184 [Pa]									Potřebné kv: 0,44 [m ³ /h]		
										Zvolené přednastavení: TPV (5)		
										Skutečný s. kv: 0,47 [m ³ /h]		
										Skutečná ztráta: 1040 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
2_12	706	40,5	4,25	15x1	0,090	9	40	18,2	74	-	0	114
2_13	1412	80,9	3,98	15x1	0,170	42	169	8,7	126	-	0	294
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N25											Q _{sk} = 706 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
Seřízení k větví 2_02, Δp _{sk} = 1825 [Pa]												
Vliv samotížného vztaku Δp _s = -530 [Pa]												
Odečtení tlakové ztráty z části: 2_13,2_12 Δp _{sk} = 408 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{gcr} ·Δp _{sd} + Δp _s = 1825 - 408 + -530 = 887 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 40,5 [kg/h], Δp _{vy} = 887 [Pa]									Potřebné kv: 0,43 [m ³ /h]		
										Zvolené přednastavení: TPV (5)		
										Skutečný s. kv: 0,47 [m ³ /h]		
										Skutečná ztráta: 741 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N25											Q _{sk} = 706 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
2_14	706	40,5	0,25	15x1	0,090	9	2	13,3	54	-	0	56
Seřízení k větví 2_02, Δp _{sk} = 1825 [Pa]												
Vliv samotížného vztaku Δp _s = -530 [Pa]												
Odečtení tlakové ztráty z části: 2_14,2_12 Δp _{sk} = 351 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{gcr} ·Δp _{sd} + Δp _s = 1825 - 351 + -530 = 944 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 40,5 [kg/h], Δp _{vy} = 944 [Pa]									Potřebné kv: 0,42 [m ³ /h]		
										Zvolené přednastavení: TPV (4)		
										Skutečný s. kv: 0,38 [m ³ /h]		
										Skutečná ztráta: 1134 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N21											Q _{sk} = 1342 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
2_15	1342	76,9	0,98	15x1	0,160	38	37	18,5	237	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	274	274
Seřízení k větví 2_03, Δp _{sk} = 2704 [Pa]												
Odečtení tlakové ztráty z části: 2_15 Δp _{sk} = 274 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{gcr} ·Δp _{sd} = 2704 - 274 = 2430 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 76,9 [kg/h], Δp _{vy} = 2430 [Pa]									Potřebné kv: 0,49 [m ³ /h]		
										Zvolené přednastavení: TPV (5)		
										Skutečný s. kv: 0,47 [m ³ /h]		
										Skutečná ztráta: 2679 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N22											Q _{sk} = 863 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
2_16	863	49,5	15x1	0,110	16	0	21,1	128	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	128	128	
Seřízení k větví 2_03, Δp _{sk} = 2704 [Pa]												
Odečtení tlakové ztráty z části: 2_16 Δp _{sk} = 128 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{gcr} ·Δp _{sd} = 2704 - 128 = 2577 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 49,5 [kg/h], Δp _{vy} = 2577 [Pa]									Potřebné kv: 0,31 [m ³ /h]		
										Zvolené přednastavení: TPV (3)		
										Skutečný s. kv: 0,31 [m ³ /h]		
										Skutečná ztráta: 2547 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
2_17	446	25,6	15,31	12x1	0,090	12	188	31,2	126	-	0	315
2_18	892	51,1	4,00	15x1	0,110	16	65	6,4	39	-	0	104
2_19	1363	78,1	4,10	18x1	0,110	15	62	1,2	7	-	0	70
2_20	1834	105,1	4,00	18x1	0,150	26	104	0,9	10	-	0	114
2_21	2415	138,4	3,21	18x1	0,190	39	126	3,5	63	-	0	190
2_22	6108	350,1	45,06	22x1	0,320	75	3362	30,8	1577	-	0	4939
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N31											Q _{sk} = 446 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R.l+Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
Seřízení k větví 2_04, Δp _{sk} = 6217 [Pa]												
Odečtení tlakové ztráty z části: 2_17,2_18,2_19,2_20,2_21,2_22 Δp _{sk} = 5731 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{ty} = Δp _{gcr} ·Δp _{sd} = 6217 - 5731 = 487 [Pa]												
Návrh přednastavení:	m= 25,6 [kg/h], Δp _{vy} = 487 [Pa]									Potřebné kv: 0,37 [m ³ /h]		
										Zvolené přednastavení: TPV (4)		
										Skutečný s. kv: 0,38 [m ³ /h]		
										Skutečná ztráta: 453 [Pa]		

Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N31										Q _{sk} =	446	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R ₁ +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
2_23	446	25,6	0,25	15x1		0,060	9	2	15,6	28	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	30	30
Seřízení k větví 2_04, Δp _{sk} = 6217 [Pa]					Odětení tlakové ztráty z části: 2_23,2_19,2_20,2_21,2_22					Δp _{pot} = 5 446 [Pa]			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sk} =					6217	-	5446	=	771	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	25,6	[kg/h],	Δp _{rv} =	771	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,29 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	680 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N30										Q _{sk} =	471	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R ₁ +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
2_24	471	27,0	0,25	15x1	0,060	5	1	15,9	29	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	30	30	
Seřízení k větví 2_04, Δp _{sk} = 6217 [Pa]					Odětení tlakové ztráty z části: 2_24,2_19,2_20,2_21,2_22					Δp _{pot} = 5 342 [Pa]			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sk} =					6217	-	5342	=	875	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	27,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	875	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,29 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	759 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N30										Q _{sk} =	471	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R ₁ +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
2_25	471	27,0	0,25	15x1	0,060	5	1	15,9	29	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	30	30	
Seřízení k větví 2_04, Δp _{sk} = 6217 [Pa]					Odětení tlakové ztráty z části: 2_25,2_20,2_21,2_22					Δp _{pot} = 5 272 [Pa]			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sk} =					6217	-	5272	=	945	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	27,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	945	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,28 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	759 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N29										Q _{sk} =	581	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R ₁ +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
2_26	581	33,3	0,25	15x1	0,080	6	1	15,9	51	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	52	52	
Seřízení k větví 2_04, Δp _{sk} = 6217 [Pa]					Odětení tlakové ztráty z části: 2_26,2_21,2_22					Δp _{pot} = 5 181 [Pa]			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sk} =					6217	-	5181	=	1037	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	33,3	[kg/h],	Δp _{rv} =	1037	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,33 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1154 [Pa]	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		Δp _{sk} [Pa]	
2_27	778	44,6	4,00	15x1	0,100	13	50	15,6	78	-	0	128	
2_28	1556	89,2	4,10	18x1	0,130	20	83	6,4	54	-	0	137	
2_29	2334	133,8	4,00	18x1	0,120	13	53	1,2	9	-	0	61	
2_30	3112	178,4	3,90	18x1	0,160	22	85	1,2	15	-	0	101	
2_31	3693	211,7	1,32	22x1	0,190	30	39	3,8	69	-	0	108	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N26										Q _{sk} =	778	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R ₁ +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
Seřízení k větví 2_04, Δp _{sk} = 6217 [Pa]					Odětení tlakové ztráty z části: 2_27,2_28,2_29,2_30,2_31,2_22					Δp _{pot} = 5 474 [Pa]			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sk} =					6217	-	5474	=	743	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	44,6	[kg/h],	Δp _{rv} =	743	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,52 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (6)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,57 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	612 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N26										Q _{sk} =	778	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R ₁ +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
2_32	778	44,6	0,25	15x1	0,100	13	3	15,9	80	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	83	83	
Seřízení k větví 2_04, Δp _{sk} = 6217 [Pa]					Odětení tlakové ztráty z části: 2_32,2_28,2_29,2_30,2_31,2_22					Δp _{pot} = 5 429 [Pa]			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sk} =					6217	-	5429	=	789	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	44,6	[kg/h],	Δp _{rv} =	789	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,50 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,47 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	900 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N27										Q _{sk} =	778	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R ₁ +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
Seřízení k větví 2_04, Δp _{sk} = 6217 [Pa]					Odětení tlakové ztráty z části: 2_32,2_29,2_30,2_31,2_22					Δp _{pot} = 5 291 [Pa]			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sk} =					6217	-	5291	=	926	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	44,6	[kg/h],	Δp _{rv} =	926	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,46 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,47 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	900 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N27										Q _{sk} =	778	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R ₁ +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
Seřízení k větví 2_04, Δp _{sk} = 6217 [Pa]					Odětení tlakové ztráty z části: 2_33,2_30,2_31,2_22					Δp _{pot} = 5 230 [Pa]			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sk} =					6217	-	5230	=	987	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	44,6	[kg/h],	Δp _{rv} =	987	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,45 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,47 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	900 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N29										Q _{sk} =	581	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R ₁ +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
2_33	581	33,3	0,25	15x1	0,080	6	1	15,9	51	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	52	52	
Seřízení k větví 2_04, Δp _{sk} = 6217 [Pa]					Odětení tlakové ztráty z části: 2_33,2_31,2_22					Δp _{pot} = 5 099 [Pa]			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sk} =					6217	-	5099	=	1119	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	33,3	[kg/h],	Δp _{rv} =	1119	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,31 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1154 [Pa]	

Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	Δp _{dis} [Pa]		
2_34	962	55,1	4,10	15x1	0,120	21	85	15,6	112	-	0	197	
2_35	1 537	88,1	2,20	15x1	0,190	52	113	0,9	16	-	0	130	
2_36	2 112	121,1	2,16	18x1	0,260	89	193	9,0	304	-	0	497	
2_37	4 117	236,0	2,99	18x1	0,330	105	313	5,0	272	-	0	585	
2_38	8 355	478,9	2,99	22x1	0,430	127	379	5,3	490	-	0	869	
2_39	12 651	725,2	2,99	28x1,5	0,420	92	274	7,9	697	-	0	971	
2_40	15 173	869,8	0,97	28x1,5	0,500	75	72	12,3	1538	VV (07.1)	739	2 348	
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.: 07_1 Ventil D9505 DN32 Nastavení: 2,95													
kv navrženého ventilu:										10,12 [m3/h]			
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										739 Pa			
5 598													
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N20 Q _{sk} = 962 [W]													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
Seřízení k větví 2_05, Δp _{dis} = 6925 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_40,2_39,2_38,2_37,2_36,2_35,2_34						Δp _{dis} ' = 5 598 [Pa]			
Vliv samotížného vztlaku Δp _s = -742 [Pa]													
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{dis} ' + Δp _s = 6925 - 5598 + -742 = 586													
Návrh přednastavení:				m = 55,1 [kg/h],	Δp _{rv} = 586 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,72 [m³/h]					
									=>	Zvolené přednastavení:	TPV (8)		
									=>	Skutečný s. kv:	0,75 [m³/h]		
									=>	Skutečná ztráta:	541 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N19 Q _{sk} = 575 [W]													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
2_41 575 33,0 0,25 15x1 0,070 6 2 15,9 39 NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ												40	40
Seřízení k větví 2_05, Δp _{dis} = 6925 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_40,2_39,2_38,2_37,2_36,2_35,2_41						Δp _{dis} ' = 5 441 [Pa]			
Vliv samotížného vztlaku Δp _s = -742 [Pa]													
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{dis} ' + Δp _s = 6925 - 5441 + -742 = 742													
Návrh přednastavení:				m = 33,0 [kg/h],	Δp _{rv} = 742 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,38 [m³/h]					
									=>	Zvolené přednastavení:	TPV (4)		
									=>	Skutečný s. kv:	0,38 [m³/h]		
									=>	Skutečná ztráta:	752 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N19 Q _{sk} = 575 [W]													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
2_42 575 33,0 0,25 15x1 0,070 6 2 15,9 39 NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ												40	40
Seřízení k větví 2_05, Δp _{dis} = 6925 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_40,2_39,2_38,2_37,2_36,2_41						Δp _{dis} ' = 5 311 [Pa]			
Vliv samotížného vztlaku Δp _s = -742 [Pa]													
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{dis} ' + Δp _s = 6925 - 5311 + -742 = 872													
Návrh přednastavení:				m = 33,0 [kg/h],	Δp _{rv} = 872 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,35 [m³/h]					
									=>	Zvolené přednastavení:	TPV (4)		
									=>	Skutečný s. kv:	0,38 [m³/h]		
									=>	Skutečná ztráta:	752 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	Δp _{dis} [Pa]		
2_42	742	42,5	4,50	15x1	0,090	21	93	15,9	64	-	0	157	
2_43	1 632	93,6	4,00	15x1	0,200	56	225	0,9	18	-	0	243	
2_44	2 441	139,9	1,77	18x1	0,200	43	76	9,0	180	-	0	256	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N07 Q _{sk} = 742 [W]													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
Seřízení k větví 2_05, Δp _{dis} = 6925 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_42,2_43,2_44,2_40						Δp _{dis} ' = 3 005 [Pa]			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{dis} ' = 6925 - 3005 = 3920 [Pa]													
Návrh přednastavení:				m = 42,5 [kg/h],	Δp _{rv} = 3920 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,21 [m³/h]					
									=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
									=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m³/h]		
									=>	Skutečná ztráta:	3738 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N08 Q _{sk} = 890 [W]													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
2_45 890 51,0 0,25 15x1 0,090 9 2 15,9 64 NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ												67	67
Seřízení k větví 2_05, Δp _{dis} = 6925 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_42,2_43,2_44,2_40						Δp _{dis} ' = 2 914 [Pa]			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{dis} ' = 6925 - 2914 = 4011 [Pa]													
Návrh přednastavení:				m = 51,0 [kg/h],	Δp _{rv} = 4011 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,25 [m³/h]					
									=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
									=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m³/h]		
									=>	Skutečná ztráta:	5378 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N08 Q _{sk} = 890 [W]													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
2_46 890 51,0 0,25 15x1 0,110 16 4 15,9 96 NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ												100	100
Seřízení k větví 2_05, Δp _{dis} = 6925 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_46,2_44,2_40						Δp _{dis} ' = 2 705 [Pa]			
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{dis} ' = 6925 - 2705 = 4220 [Pa]													
Návrh přednastavení:				m = 51,0 [kg/h],	Δp _{rv} = 4220 [Pa]	=>	Potřebné kv:	0,25 [m³/h]					
									=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
									=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m³/h]		
									=>	Skutečná ztráta:	5378 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	Δp _{dis} [Pa]		
2_47	715	41,0	4,24	15x1	0,090	9	40	18,2	74	-	0	114	
2_48	1 430	82,0	3,99	15x1	0,170	56	225	3,5	51	-	0	275	
2_49	2 005	114,9	1,64	15x1	0,250	83	137	8,7	272	-	0	409	

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N18											Q _{ot} =	715	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]		
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =				6925	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_40,2_39,2_38,2_37,2_47,2_47,2_49					Δ _{pds} =	5 571	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =				-742	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} +Δp _s =				6925	-	5571	+	-742	=	612				
Návrh přednastavení:				m=	41,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	612	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,52 [m ³ /h]		
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (6)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,57 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	517 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N18											Q _{ot} =	715	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]		
2_50	715	41,0	0,25	15x1	0,090	9	2	15,9	64	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	67	67		
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =				6925	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_40,2_39,2_38,2_37,2_47,2_49,2_50					Δ _{pds} =	5 524	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =				-742	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} +Δp _s =				6925	-	5524	+	-742	=	659				
Návrh přednastavení:				m=	41,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	659	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,50 [m ³ /h]		
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,47 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	760 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N19											Q _{ot} =	575	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]		
2_51	575	33,0	0,25	15x1	0,070	6	2	15,9	39	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	40	40		
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =				6925	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_40,2_39,2_38,2_37,2_49,2_51					Δ _{pds} =	5 223	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =				-742	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} +Δp _s =				6925	-	5223	+	-742	=	960				
Návrh přednastavení:				m=	33,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	960	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,34 [m ³ /h]		
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	1130 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]			
2_52	890	51,0	4,25	15x1	0,110	16	69	15,9	96	-	0	165		
2_53	1 780	102,0	3,80	15x1	0,210	61	233	0,9	20	-	0	253		
2_54	2 228	127,7	2,95	18x1	0,260	89	264	8,2	277	-	0	541		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N23											Q _{ot} =	890	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]		
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =				6925	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_40,2_39,2_38,2_54,2_53,2_52					Δ _{pds} =	5 148	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =				-530	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} +Δp _s =				6925	-	5148	+	-530	=	1247				
Návrh přednastavení:				m=	51,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	1247	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,46 [m ³ /h]		
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,47 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	1178 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N23											Q _{ot} =	890	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]		
2_55	890	51,0	0,25	15x1	0,110	16	4	15,9	96	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	100	100		
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =				6925	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_40,2_39,2_38,2_54,2_53,2_55					Δ _{pds} =	5 083	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =				-530	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} +Δp _s =				6925	-	5083	+	-530	=	1312				
Návrh přednastavení:				m=	51,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	1312	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,45 [m ³ /h]		
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,47 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	1178 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N21											Q _{ot} =	448	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]		
2_56	448	25,7	0,25	12x1	0,090	12	3	15,9	64	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	67	67		
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =				6925	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_40,2_39,2_38,2_54,2_56					Δ _{pds} =	4 797	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =				-530	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} +Δp _s =				6925	-	4797	+	-530	=	1598				
Návrh přednastavení:				m=	25,7	[kg/h],	Δp _{rv} =	1598	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,20 [m ³ /h]		
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	1363 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]			
2_57	670	38,4	4,25	12x1	0,140	34	144	15,6	153	-	0	297		
2_58	1 340	76,8	4,00	15x1	0,160	38	152	1,2	15	-	0	168		
2_59	2 010	115,2	1,60	18x1	0,260	89	143	8,7	294	-	0	437		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N20											Q _{ot} =	670	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]		
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =				6925	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_40,2_39,2_38,2_57,2_58,2_59					Δ _{pds} =	5 091	[Pa]	
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =				-530	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{ds} +Δp _s =				6925	-	5091	+	-530	=	1305				
Návrh přednastavení:				m=	38,4	[kg/h],	Δp _{rv} =	1305	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,34 [m ³ /h]		
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	1535 [Pa]		

Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N20										Q _{ak} =	670	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
2_60	670	38,4	0,25	12x1	0,090	12	3	15,9	64	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	67	67
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_40,2_39,2_38,2_60,2_58,2_59					Δp _{pot} = 4 861 [Pa]		
Vliv samotižného vztlatku Δp _s =					-530 [Pa]							
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} +Δp _s =					6925 - 4861 + -530 =					1534		
Návrh přednastavení:	m= 38,4 [kg/h], Δp _{rv} =					1534 [Pa]		=>	Potřebné kv:		0,31 [m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:		TPV (3)	
								=>	Skutečný s. kv:		0,31 [m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:		1535 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N20										Q _{ak} =	670	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =	6925 [Pa]				Odečtení tlakové ztráty z části: 2_40,2_39,2_38,2_59,2_60					Δp _{pot} = 4 693 [Pa]		
Vliv samotižného vztlatku Δp _s =					-530 [Pa]							
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} +Δp _s =					6925 - 4693 + -530 =					1702		
Návrh přednastavení:	m= 38,4 [kg/h], Δp _{rv} =					1702 [Pa]		=>	Potřebné kv:		0,29 [m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:		TPV (3)	
								=>	Skutečný s. kv:		0,31 [m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:		1535 [Pa]	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]	
2_61	523	30,0	4,30	12x1	0,110	18	75	15,9	96	-	0	171
2_62	1046	60,0	4,19	12x1	0,220	94	392	3,8	92	-	0	484
2_63	1983	113,7	1,52	15x1	0,240	78	118	9,0	259	-	0	377
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N17										Q _{ak} =	523	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_40,2_39_2_63,2_62,2_61					Δp _{pot} = 4 352 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} =					6925 - 4352 =					2573 [Pa]		
Návrh přednastavení:	m= 30,0 [kg/h], Δp _{rv} =					2573 [Pa]		=>	Potřebné kv:		0,19 [m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:		TPV (2)	
								=>	Skutečný s. kv:		0,22 [m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:		1857 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N17										Q _{ak} =	523	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
2_64	523	30,0	0,25	15x1	0,110	18	4	15,9	96	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	101	101
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_40,2_39_2_63,2_62,2_64					Δp _{pot} = 4 281 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} =					6925 - 4281 =					2644 [Pa]		
Návrh přednastavení:	m= 30,0 [kg/h], Δp _{rv} =					2644 [Pa]		=>	Potřebné kv:		0,18 [m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:		TPV (2)	
								=>	Skutečný s. kv:		0,22 [m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:		1857 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N18										Q _{ak} =	937	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
2_65	937	53,7	0,25	15x1	0,110	16	4	15,9	96	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	100	100
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_40,2_39_2_63,2_62,2_65					Δp _{pot} = 3 797 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} =					6925 - 3797 =					3128 [Pa]		
Návrh přednastavení:	m= 53,7 [kg/h], Δp _{rv} =					3128 [Pa]		=>	Potřebné kv:		0,30 [m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:		TPV (3)	
								=>	Skutečný s. kv:		0,31 [m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:		3002 [Pa]	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]	
2_66	610	35,0	4,25	12x1	0,130	28	117	15,9	134	-	0	252
2_67	1220	69,9	3,95	12x1	0,250	117	463	1,2	38	-	0	500
2_68	2313	132,6	2,95	15x1	0,280	102	301	7,8	306	-	0	606
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N20										Q _{ak} =	610	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_40,2_39_2_68,2_67,2_66					Δp _{pot} = 4 678 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} =					6925 - 4678 =					2248 [Pa]		
Návrh přednastavení:	m= 35,0 [kg/h], Δp _{rv} =					2248 [Pa]		=>	Potřebné kv:		0,23 [m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:		TPV (2)	
								=>	Skutečný s. kv:		0,22 [m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:		2526 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N20										Q _{ak} =	610	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
2_69	610	35,0	0,25	15x1	0,110	18	4	15,9	96	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	101	101
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_40,2_39_2_68,2_67,2_69					Δp _{pot} = 4 526 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} =					6925 - 4526 =					2399 [Pa]		
Návrh přednastavení:	m= 35,0 [kg/h], Δp _{rv} =					2399 [Pa]		=>	Potřebné kv:		0,23 [m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:		TPV (2)	
								=>	Skutečný s. kv:		0,22 [m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:		2526 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N19										Q _{ak} =	937	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{ds} [Pa]
2_70	937	53,7	0,25	15x1	0,110	16	4	15,6	94	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	98	98
Seřízení k větví 2_05, Δp _{ds} =					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_40,2_39_2_68,2_70					Δp _{pot} = 4 024 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd'} =					6925 - 4024 =					2901 [Pa]		
Návrh přednastavení:	m= 53,7 [kg/h], Δp _{rv} =					2901 [Pa]		=>	Potřebné kv:		0,32 [m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:		TPV (3)	
								=>	Skutečný s. kv:		0,31 [m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:		3002 [Pa]	

Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2											
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _v [pa]	Δp _{ds} [Pa]
2_71	848	48,6	7,62	15x1	0,100	13	95	15,6	78	-	0
2_72	1696	97,2	15,26	18x1	0,140	23	353	6,4	63	-	0
2_73	2544	145,8	4,33	18x1	0,210	47	203	3,5	77	-	0
2_74	5186	297,3	5,80	22x1	0,270	55	320	12,0	437	VV (07.2)	5072
5829											
Tlaková vyvažovací ventilu č.: 07. 2 Ventil D9505 DN20 Nastavení: 2,20											
kv navrženého ventilu:										1,32 [m3/h]	
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										5072 Pa	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P23 Q _{ot} = 848 [W]											
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _v [pa]	R.I+Z+Δp _v [Pa]
Seřízení k větví 2_06, Δp _{ds} = 7335 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_74,2_73,2_72,2_71					Δp _{ds} = 6698 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{od} - Δp _{ds} =					7335	-	6698	=	638 [Pa]		
Návrh přednastavení:					m =	48,6	[kg/h],	Δp _{tv} =	638 [Pa]	=>	Potřebné kv: 0,61 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (6)
										=>	Skutečný s. kv: 0,57 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta: 727 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P23 Q _{ot} = 848 [W]											
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _v [pa]	R.I+Z+Δp _v [Pa]
2_75	848	48,6	0,25	15x1	0,100	13	3	15,6	78	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	81
Seřízení k větví 2_06, Δp _{ds} = 7335 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_74,2_73,2_72,2_75					Δp _{ds} = 6606 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{od} - Δp _{ds} =					7335	-	6606	=	730 [Pa]		
Návrh přednastavení:					m =	48,6	[kg/h],	Δp _{tv} =	730 [Pa]	=>	Potřebné kv: 0,57 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (6)
										=>	Skutečný s. kv: 0,57 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta: 727 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P23 Q _{ot} = 848 [W]											
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _v [pa]	R.I+Z+Δp _v [Pa]
Seřízení k větví 2_06, Δp _{ds} = 7335 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_74,2_73,2_75					Δp _{ds} = 6190 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{od} - Δp _{ds} =					7335	-	6190	=	1145 [Pa]		
Návrh přednastavení:					m =	48,6	[kg/h],	Δp _{tv} =	1145 [Pa]	=>	Potřebné kv: 0,45 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (5)
										=>	Skutečný s. kv: 0,47 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta: 1070 [Pa]
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2											
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _v [pa]	Δp _{ds} [Pa]
2_77	897	51,4	4,20	15x1	0,110	16	68	15,9	96	-	0
2_78	1794	102,8	3,85	15x1	0,220	67	256	3,5	85	-	0
2_79	2642	151,4	0,65	18x1	0,210	47	30	5,5	121	-	0
152											
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P22 Q _{ot} = 897 [W]											
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _v [pa]	R.I+Z+Δp _v [Pa]
Seřízení k větví 2_06, Δp _{ds} = 7335 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_74,2_79,2_78,2_77					Δp _{ds} = 6486 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{od} - Δp _{ds} =					7335	-	6486	=	849 [Pa]		
Návrh přednastavení:					m =	51,4	[kg/h],	Δp _{tv} =	849 [Pa]	=>	Potřebné kv: 0,56 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (6)
										=>	Skutečný s. kv: 0,57 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta: 814 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P22 Q _{ot} = 897 [W]											
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _v [pa]	R.I+Z+Δp _v [Pa]
2_80	897	51,4	0,25	15x1	0,110	16	4	15,9	96	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	100
Seřízení k větví 2_06, Δp _{ds} = 7335 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_74,2_79,2_78,2_80					Δp _{ds} = 6422 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{od} - Δp _{ds} =					7335	-	6422	=	913 [Pa]		
Návrh přednastavení:					m =	51,4	[kg/h],	Δp _{tv} =	913 [Pa]	=>	Potřebné kv: 0,54 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (6)
										=>	Skutečný s. kv: 0,57 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta: 814 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P23 Q _{ot} = 848 [W]											
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _v [pa]	R.I+Z+Δp _v [Pa]
Seřízení k větví 2_06, Δp _{ds} = 7335 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_74,2_79,2_75					Δp _{ds} = 6062 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{od} - Δp _{ds} =					7335	-	6062	=	1274 [Pa]		
Návrh přednastavení:					m =	48,6	[kg/h],	Δp _{tv} =	1274 [Pa]	=>	Potřebné kv: 0,43 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (5)
										=>	Skutečný s. kv: 0,47 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta: 1070 [Pa]
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2											
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _v [pa]	Δp _{ds} [Pa]
2_81	676	38,8	4,25	12x1	0,140	34	144	15,6	153	-	0
2_82	1352	77,5	4,05	15x1	0,170	42	172	1,2	17	-	0
2_83	1875	107,5	3,38	18x1	0,150	26	88	9,0	101	-	0
2_84	3749	214,9	5,97	22x1	0,200	32	193	9,4	188	-	0
2_85	3749	214,9	5,97	28x1,5	0,290	47	282	6,8	286	-	0
2_86	3749	214,9	5,97	35x1,5	0,280	31	185	6,8	267	-	0
2_87	3749	214,9	1,32	35x1,5	0,360	51	67	11,7	758	VV (7.03)	6868
7694											
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.: 07. 3 Ventil D9505 DN20 Nastavení: 1,30											
kv navrženého ventilu:										0,82 [m3/h]	
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										6868 Pa	

Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 4N16										Q _{ok} = 676 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{tv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{tv} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]
Seřízení k větví 2_07, Δp _{dk} = 11327 [Pa]										Δp _{zisk} =	9 770 [Pa]	
Vliv samotížného vztlaaku Δp _s = -742 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{zisk} -Δp _{sd} +Δp _s = 11327 - 9770 + -742 = 815												
Návrh přednastavení:	m= 38,8 [kg/h], Δp _{pvt} = 815 [Pa]							=> Potřebné kv: 0,43 [m ³ /h]				
								=> Zvolené přednastavení: TPV (5)				
								=> Skutečný s. kv: 0,47 [m ³ /h]				
								=> Skutečná ztráta: 680 [Pa]				
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 4N16										Q _{ok} = 676 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{tv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{tv} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]
102	676	38,8	0,25	15x1	0,080	7	2	15,9	51	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	53	53
Seřízení k větví 2_07, Δp _{dk} = 11327 [Pa]										Δp _{zisk} = 9 526 [Pa]		
Vliv samotížného vztlaaku Δp _s = -742 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{zisk} -Δp _{sd} +Δp _s = 11327 - 9526 + -742 = 1059												
Návrh přednastavení:	m= 38,8 [kg/h], Δp _{pvt} = 1059 [Pa]							=> Potřebné kv: 0,38 [m ³ /h]				
								=> Zvolené přednastavení: TPV (4)				
								=> Skutečný s. kv: 0,38 [m ³ /h]				
								=> Skutečná ztráta: 1040 [Pa]				
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 4N14										Q _{ok} = 523 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{tv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{tv} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]
2_103	523	30,0	0,25	15x1	0,080	7	2	15,9	51	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	53	53
Seřízení k větví 2_07, Δp _{dk} = 11327 [Pa]										Δp _{zisk} = 9 336 [Pa]		
Vliv samotížného vztlaaku Δp _s = -742 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{zisk} -Δp _{sd} +Δp _s = 11327 - 9336 + -742 = 1248												
Návrh přednastavení:	m= 30,0 [kg/h], Δp _{pvt} = 1248 [Pa]							=> Potřebné kv: 0,27 [m ³ /h]				
								=> Zvolené přednastavení: TPV (3)				
								=> Skutečný s. kv: 0,31 [m ³ /h]				
								=> Skutečná ztráta: 935 [Pa]				
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{tv} [Pa]		Δp _{dk} [Pa]
2_93	780	44,7	4,23	15x1	0,100	13	53	15,9	80	-	0	132
2_94	1 560	89,4	4,00	15x1	0,190	52	206	0,9	16	-	0	222
2_95	2 083	119,4	1,69	15x1	0,260	89	151	8,7	294	-	0	445
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 4N13										Q _{ok} = 780 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{tv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{tv} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]
Seřízení k větví 2_07, Δp _{dk} = 11327 [Pa]										Δp _{zisk} = 9 895 [Pa]		
Vliv samotížného vztlaaku Δp _s = -742 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{zisk} -Δp _{sd} +Δp _s = 11327 - 9895 + -742 = 690												
Návrh přednastavení:	m= 44,7 [kg/h], Δp _{pvt} = 690 [Pa]							=> Potřebné kv: 0,54 [m ³ /h]				
								=> Zvolené přednastavení: TPV (6)				
								=> Skutečný s. kv: 0,57 [m ³ /h]				
								=> Skutečná ztráta: 615 [Pa]				
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 4N13										Q _{ok} = 780 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{tv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{tv} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]
2_88	780	44,7	0,25	15x1	0,100	13	3	15,9	80	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	83	83
Seřízení k větví 2_07, Δp _{dk} = 11327 [Pa]										Δp _{zisk} = 9 845 [Pa]		
Vliv samotížného vztlaaku Δp _s = -742 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{zisk} -Δp _{sd} +Δp _s = 11327 - 9845 + -742 = 740												
Návrh přednastavení:	m= 44,7 [kg/h], Δp _{pvt} = 740 [Pa]							=> Potřebné kv: 0,52 [m ³ /h]				
								=> Zvolené přednastavení: TPV (6)				
								=> Skutečný s. kv: 0,57 [m ³ /h]				
								=> Skutečná ztráta: 615 [Pa]				
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 4N14										Q _{ok} = 523 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{tv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{tv} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]
2_89	523	30,0	0,25	15x1	0,060	5	1	15,9	29	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	30	30
Seřízení k větví 2_07, Δp _{dk} = 11327 [Pa]										Δp _{zisk} = 9 570 [Pa]		
Vliv samotížného vztlaaku Δp _s = -742 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{zisk} -Δp _{sd} +Δp _s = 11327 - 9570 + -742 = 1015												
Návrh přednastavení:	m= 30,0 [kg/h], Δp _{pvt} = 1015 [Pa]							=> Potřebné kv: 0,30 [m ³ /h]				
								=> Zvolené přednastavení: TPV (3)				
								=> Skutečný s. kv: 0,31 [m ³ /h]				
								=> Skutečná ztráta: 935 [Pa]				
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{tv} [Pa]		Δp _{dk} [Pa]
2_90	670	38,4	4,13	12x1	0,140	39	163	15,9	156	-	0	318
2_91	1 491	85,5	4,00	15x1	0,180	47	187	1,2	19	-	0	207
2_92	2 312	132,5	2,71	15x1	0,280	102	276	8,7	341	-	0	617
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N20										Q _{ok} = 670 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{tv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{tv} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]
Seřízení k větví 2_07, Δp _{dk} = 11327 [Pa]										Δp _{zisk} = 9 856 [Pa]		
Vliv samotížného vztlaaku Δp _s = -530 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{zisk} -Δp _{sd} +Δp _s = 11327 - 9856 + -530 = 941												
Návrh přednastavení:	m= 38,4 [kg/h], Δp _{pvt} = 941 [Pa]							=> Potřebné kv: 0,40 [m ³ /h]				
								=> Zvolené přednastavení: TPV (4)				
								=> Skutečný s. kv: 0,38 [m ³ /h]				
								=> Skutečná ztráta: 1022 [Pa]				
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N19										Q _{ok} = 821 [W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{tv} [Pa]	R _L +Z+Δp _{tv} [Pa]	Δp _{dk} [Pa]
2_96	821	47,1	0,25	15x1	0,100	13	3	15,9	80	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	83	83
Seřízení k větví 2_07, Δp _{dk} = 11327 [Pa]										Δp _{zisk} = 9 620 [Pa]		
Vliv samotížného vztlaaku Δp _s = -530 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{zisk} -Δp _{sd} +Δp _s = 11327 - 9620 + -530 = 1177												
Návrh přednastavení:	m= 47,1 [kg/h], Δp _{pvt} = 1177 [Pa]							=> Potřebné kv: 0,43 [m ³ /h]				
								=> Zvolené přednastavení: TPV (5)				
								=> Skutečný s. kv: 0,47 [m ³ /h]				
								=> Skutečná ztráta: 1003 [Pa]				

Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N18										Q _{sk} =	821	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R _l +Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]		
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} =					11327 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_86,2_85,2_92,96			Δp _{sk} =	9 331 [Pa]
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =					-530 [Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{vy} -Δp _{sk} +Δp _s =					11327 - 9331 + -530 =					1466				
Návrh přednastavení:	m= 47,1 [kg/h], Δp _{vy} =					1466 [Pa] =>					Potřebné kv:	0,39 [m ³ /h]		
						=>					Zvolené přednastavení:	TPV (4)		
						=>					Skutečný s. kv:	0,38 [m ³ /h]		
						=>					Skutečná ztráta:	1534 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]			
2_97	763	43,7	4,25	12x1	0,160	49	209	15,9	204	-	0	413		
2_98	1 526	87,5	4,00	15x1	0,190	52	206	1,2	22	-	0	228		
2_99	2 347	134,5	1,68	15x1	0,290	109	182	8,7	366	-	0	548		
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N17										Q _{sk} =	763	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R _l +Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]		
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} =					11327 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_86,2_85,2_99,2_98,97			Δp _{sk} =	9 902 [Pa]
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =					-530 [Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{vy} -Δp _{sk} +Δp _s =					11327 - 9902 + -530 =					895				
Návrh přednastavení:	m= 43,7 [kg/h], Δp _{vy} =					895 [Pa] =>					Potřebné kv:	0,46 [m ³ /h]		
						=>					Zvolené přednastavení:	TPV (5)		
						=>					Skutečný s. kv:	0,47 [m ³ /h]		
						=>					Skutečná ztráta:	866 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N17										Q _{sk} =	763	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R _l +Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]		
2_100	763	43,7	0,25	15x1	0,090	10	3	15,9	64	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	67	67		
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} =					11327 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_86,2_85,2_99,2_100			Δp _{sk} =	9 556 [Pa]
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =					-530 [Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{vy} -Δp _{sk} +Δp _s =					11327 - 9556 + -530 =					1241				
Návrh přednastavení:	m= 43,7 [kg/h], Δp _{vy} =					1241 [Pa] =>					Potřebné kv:	0,39 [m ³ /h]		
						=>					Zvolené přednastavení:	TPV (4)		
						=>					Skutečný s. kv:	0,38 [m ³ /h]		
						=>					Skutečná ztráta:	1325 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 3N18										Q _{sk} =	821	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R _l +Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]		
2_101	821	47,1	0,25	15x1	0,100	13	3	15,9	80	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	83	83		
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} =					11327 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_86,2_85,2_99,2_101			Δp _{sk} =	9 344 [Pa]
Vliv samotížného vztlaku Δp _s =					-530 [Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{vy} -Δp _{sk} +Δp _s =					11327 - 9344 + -530 =					1453				
Návrh přednastavení:	m= 47,1 [kg/h], Δp _{vy} =					1453 [Pa] =>					Potřebné kv:	0,39 [m ³ /h]		
						=>					Zvolené přednastavení:	TPV (4)		
						=>					Skutečný s. kv:	0,38 [m ³ /h]		
						=>					Skutečná ztráta:	1534 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]			
2_104	770	44,1	4,26	12x1	0,160	49	210	15,9	204	-	0	413		
2_105	1 540	88,3	4,10	15x1	0,190	52	211	1,2	22	-	0	233		
2_106	2 361	135,3	2,74	18x1	0,190	39	108	9,0	162	-	0	270		
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N16										Q _{sk} =	770	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R _l +Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]		
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} =					11327 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_86,2_106,2_105,2,104			Δp _{sk} =	9 062 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{vy} -Δp _{sk} =					11327 - 9062 =					2265 [Pa]				
Návrh přednastavení:	m= 44,1 [kg/h], Δp _{vy} =					2265 [Pa] =>					Potřebné kv:	0,29 [m ³ /h]		
						=>					Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
						=>					Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]		
						=>					Skutečná ztráta:	2027 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N16										Q _{sk} =	770	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R _l +Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]		
2_107	770	44,1	0,25	15x1	0,090	9	2	15,9	64	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	67	67		
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} =					11327 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_86,2_106,2_105,2,108			Δp _{sk} =	8 483 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{vy} -Δp _{sk} =					11327 - 8483 =					2844 [Pa]				
Návrh přednastavení:	m= 44,1 [kg/h], Δp _{vy} =					2844 [Pa] =>					Potřebné kv:	0,26 [m ³ /h]		
						=>					Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
						=>					Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]		
						=>					Skutečná ztráta:	2027 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N15										Q _{sk} =	821	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R _l +Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]		
2_108	821	47,1	0,25	15x1	0,100	13	3	15,9	80	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	83	83		
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} =					11327 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_86,2_106,2_105,2,107			Δp _{sk} =	8 499 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{vy} -Δp _{sk} =					11327 - 8499 =					2828 [Pa]				
Návrh přednastavení:	m= 47,1 [kg/h], Δp _{vy} =					2828 [Pa] =>					Potřebné kv:	0,28 [m ³ /h]		
						=>					Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
						=>					Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]		
						=>					Skutečná ztráta:	2305 [Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]			
2_109	816	46,8	4,23	12x1	0,170	58	247	15,9	230	-	0	477		
2_110	1 632	93,6	4,00	15x1	0,200	56	225	1,2	24	-	0	249		
2_111	2 453	140,6	2,72	15x1	0,300	115	313	6,5	292	-	0	605		
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N14										Q _{sk} =	816	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	Δp _{vy} [Pa]	R _l +Z+Δp _{vy} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]		
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} =					11327 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_86,2_109,2_110,2_111			Δp _{sk} =	9 477 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{tv} = Δp _{vy} -Δp _{sk} =					11327 - 9477 =					1850 [Pa]				
Návrh přednastavení:	m= 46,8 [kg/h], Δp _{vy} =					1850 [Pa] =>					Potřebné kv:	0,34 [m ³ /h]		
						=>					Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
						=>					Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]		
						=>					Skutečná ztráta:	2277 [Pa]		

Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N14											Q _{sk} = 816	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _l +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
2_112	816	46,8	0,25	15x1	0,100	13	3	15,9	80	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	83	83
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} = 11327			[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_86,2_110,2_111,2_112					Δp _{pot} = 9 083	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sd} = 11327 - 9083 = 2244					[Pa]							
Návrh přednastavení:					m= 46,8 [kg/h], Δp _{prv} = 2244		[Pa]		=>	Potřebné kv:	0,31 [m ³ /h]	
							=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)			
							=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]			
							=>	Skutečná ztráta:	2277 [Pa]			
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 2N15											Q _{sk} = 821	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _l +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
2_113	821	47,1	0,25	15x1	0,100	13	3	15,9	80	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	83	83
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} = 11327			[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_86,2_111,2_113					Δp _{pot} = 8 834	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sd} = 11327 - 8834 = 2493					[Pa]							
Návrh přednastavení:					m= 47,1 [kg/h], Δp _{prv} = 2493		[Pa]		=>	Potřebné kv:	0,30 [m ³ /h]	
							=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)			
							=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]			
							=>	Skutečná ztráta:	2305 [Pa]			
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
2_114	742	42,5	6,20	12x1	0,150	41	255	15,9	179	-	0	434
2_115	1 474	84,5	4,15	15x1	0,190	47	194	1,2	22	-	0	216
2_116	2 206	126,5	0,32	15x1	0,270	96	31	8,7	317	-	0	348
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N07											Q _{sk} = 742	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _l +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} = 11327			[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_116,2_115,2_114					Δp _{pot} = 8 691	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sd} = 11327 - 8691 = 2636					[Pa]							
Návrh přednastavení:					m= 42,5 [kg/h], Δp _{prv} = 2636		[Pa]		=>	Potřebné kv:	0,26 [m ³ /h]	
							=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)			
							=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]			
							=>	Skutečná ztráta:	1883 [Pa]			
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N06											Q _{sk} = 732	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _l +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
2_117	732	42,0	0,25	15x1	0,090	9	2	15,9	64	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	67	67
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} = 11327			[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_116,2_115,2_117					Δp _{pot} = 8 324	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sd} = 11327 - 8324 = 3003					[Pa]							
Návrh přednastavení:					m= 42,0 [kg/h], Δp _{prv} = 3003		[Pa]		=>	Potřebné kv:	0,24 [m ³ /h]	
							=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)			
							=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]			
							=>	Skutečná ztráta:	3638 [Pa]			
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N06											Q _{sk} = 732	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _l +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} = 11327			[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_116,2_117					Δp _{pot} = 8 109	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sd} = 11327 - 8109 = 3218					[Pa]							
Návrh přednastavení:					m= 42,0 [kg/h], Δp _{prv} = 3218		[Pa]		=>	Potřebné kv:	0,23 [m ³ /h]	
							=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)			
							=>	Skutečný s. kv:	0,22 [m ³ /h]			
							=>	Skutečná ztráta:	3638 [Pa]			
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
2_118	816	46,8	4,25	12x1	0,170	58	248	15,9	230	-	0	478
2_119	1 632	93,6	4,00	15x1	0,200	56	225	1,2	24	-	0	249
2_120	2 448	140,3	1,74	15x1	0,300	115	200	8,7	392	-	0	592
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N05											Q _{sk} = 816	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _l +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} = 11327			[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_118,2_119,2_120					Δp _{pot} = 9 013	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sd} = 11327 - 9013 = 2314					[Pa]							
Návrh přednastavení:					m= 46,8 [kg/h], Δp _{prv} = 2314		[Pa]		=>	Potřebné kv:	0,31 [m ³ /h]	
							=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)			
							=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]			
							=>	Skutečná ztráta:	2277 [Pa]			
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N05											Q _{sk} = 816	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _l +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
2_121	816	46,8	0,25	15x1	0,100	13	3	15,9	80	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	83	83
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} = 11327			[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_121,2_119,2_120					Δp _{pot} = 8 618	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sd} = 11327 - 8618 = 2709					[Pa]							
Návrh přednastavení:					m= 46,8 [kg/h], Δp _{prv} = 2709		[Pa]		=>	Potřebné kv:	0,28 [m ³ /h]	
							=>	Zvolené přednastavení:	3			
							=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]			
							=>	Skutečná ztráta:	2277 [Pa]			
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N05											Q _{sk} = 816	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R _l +Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]
Seřízení k větví 2_07, Δp _{sk} = 11327			[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z části: 2_87,2_121,2_120					Δp _{pot} = 8 369	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pot} - Δp _{sd} = 11327 - 8369 = 2958					[Pa]							
Návrh přednastavení:					m= 46,8 [kg/h], Δp _{prv} = 2958		[Pa]		=>	Potřebné kv:	0,27 [m ³ /h]	
							=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)			
							=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]			
							=>	Skutečná ztráta:	2277 [Pa]			
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{sk} [Pa]	
2_122	1 090	62,5	4,59	15x1	0,130	26	119	18,2	154	-	0	273
2_123	2 432	139,4	5,97	18x1	0,200	43	257	9,4	188	-	0	445
2_124	4 628	265,3	5,97	22x1	0,240	45	269	6,8	196	-	0	464
2_125	7 004	401,5	5,97	22x1	0,370	92	549	6,5	445	-	0	994
2_126	8 586	492,2	39,89	22x1	0,440	132	5 277	17,2	1665	VV (7.05)	3373	10 315

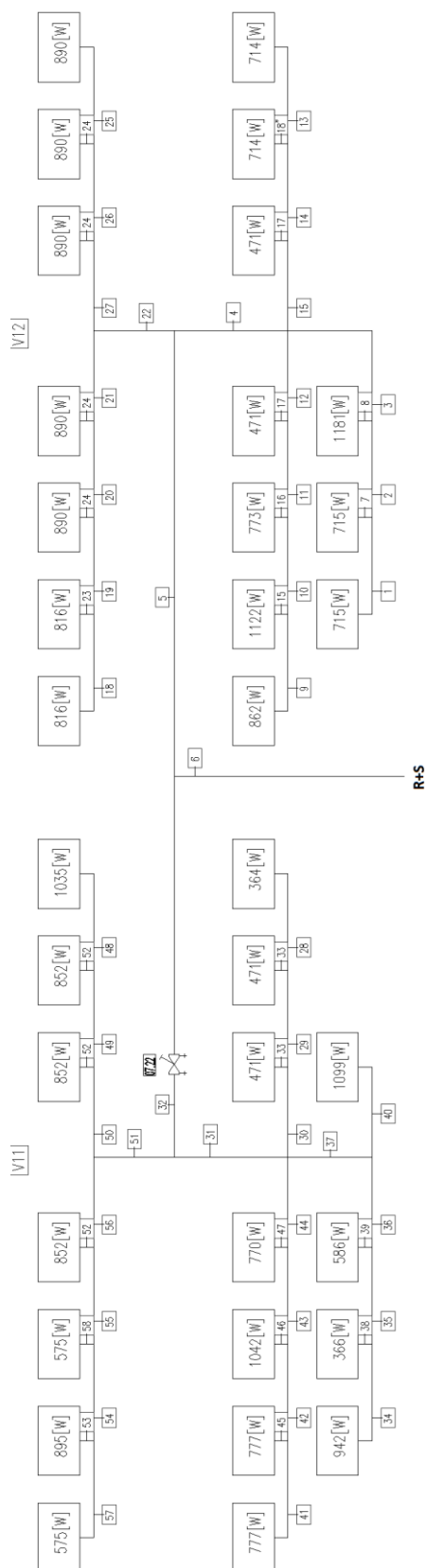
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.: 07. 5 Ventil D9505 DN20 Nastavení: 3,20												
kv navrženého ventilu: 2,68 [m3/h] Skutečná tlaková ztráta ventilu: 3373 Pa												
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N11 Q _{ot} = 1090 [W]												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 2_08, Δp _{dis} =			14640 [Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_126,2_125,2_124,2_123,2_122					Δp _{dis} '= 12 492 [Pa]		
Vliv samotížného vztaku Δp _s =			-742 [Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' +Δp _s = 14640 - 12492 + -742 = 1406												
Návrh přednastavení:					m=	62,5	[kg/h],	Δp _{prv} =	1406	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,53 [m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení: TPV (6)
											=>	Skutečný s. kv: 0,57 [m ³ /h]
											=>	Skutečná ztráta: 1202 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N04 Q _{ot} = 1216 [W]												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
2_127	1 216	69,7	3,00	15x1	0,150	34	102	15,9	179	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	281	281
Seřízení k větví 2_08, Δp _{dis} =			14640 [Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_126,2_127					Δp _{dis} '= 10 596 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' = 14640 - 10596 = 4044 [Pa]												
Návrh přednastavení:					m=	69,7	[kg/h],	Δp _{prv} =	4044	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,35 [m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení: TPV (4)
											=>	Skutečný s. kv: 0,38 [m ³ /h]
											=>	Skutečná ztráta: 3365 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 4N12 Q _{ot} = 1342 [W]												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
2_128	1 342	76,9	4,54	15x1	0,190	52	234	15,9	287	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	521	521
Seřízení k větví 2_08, Δp _{dis} =			14640 [Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_126,2_125,2_124,2_123,2_128					Δp _{dis} '= 12 740 [Pa]		
Vliv samotížného vztaku Δp _s =			-742 [Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' +Δp _s = 14640 - 12740 + -742 = 1158												
Návrh přednastavení:					m=	76,9	[kg/h],	Δp _{prv} =	1158	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,71 [m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení: TPV (8)
											=>	Skutečný s. kv: 0,75 [m ³ /h]
											=>	Skutečná ztráta: 1052 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N24 Q _{ot} = 836 [W]												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
2_129	836	47,9	3,97	15x1	0,100	13	52	20,8	104	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	156	156
Seřízení k větví 2_08, Δp _{dis} =			14640 [Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_126,2_125,2_129,2_124					Δp _{dis} '= 11 929 [Pa]		
Vliv samotížného vztaku Δp _s =			-530 [Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' +Δp _s = 14640 - 11929 + -530 = 2181												
Návrh přednastavení:					m=	47,9	[kg/h],	Δp _{prv} =	2181	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,32 [m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení: TPV (3)
											=>	Skutečný s. kv: 0,31 [m ³ /h]
											=>	Skutečná ztráta: 2390 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N13 Q _{ot} = 836 [W]												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
2_130	836	47,9	3,97	15x1	0,100	13	52	20,8	104	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	156	156
Seřízení k větví 2_08, Δp _{dis} =			14640 [Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_126,2_125,2_130					Δp _{dis} '= 11 465 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' = 14640 - 11465 = 3175 [Pa]												
Návrh přednastavení:					m=	47,9	[kg/h],	Δp _{prv} =	3175	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,27 [m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení: TPV (3)
											=>	Skutečný s. kv: 0,31 [m ³ /h]
											=>	Skutečná ztráta: 2390 [Pa]
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	Δp _{dis} [Pa]	
2_131	770	44,1	4,25	12x1	0,160	49	209	18,2	233	-	0	442
2_132	1 540	88,3	2,39	15x1	0,190	52	123	9,0	162	-	0	286
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N12 Q _{ot} = 770 [W]												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 2_08, Δp _{dis} =			14640 [Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 2_126,2_125,2_132,2_131					Δp _{dis} '= 12 037 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' = 14640 - 12037 = 2603 [Pa]												
Návrh přednastavení:					m=	44,1	[kg/h],	Δp _{prv} =	2603	[Pa]	=>	Potřebné kv: 0,27 [m ³ /h]
											=>	Zvolené přednastavení: TPV (3)
											=>	Skutečný s. kv: 0,31 [m ³ /h]
											=>	Skutečná ztráta: 2027 [Pa]

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N12										Q _{ot} =	770	[W]			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]			
2_133	770	44,1	0,25	15x1	0,100	10	3	15,9	80	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	82	82			
Seřízení k větví 2_08, Δp _{dis} =			14640	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 2_126,2_125,2_132,2_133						Δp _{dis} ' =	11 677	[Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdl} -Δp _{pdl} ' =					14640	-	11677	=	2963	[Pa]					
Návrh přednastavení:					m=	44,1	[kg/h],	Δp _{prv} =	2963	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,26	[m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)			
										=>	Skutečný s. kv:	0,22	[m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	4025	[Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2															
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]				
2_134	680	39,0	4,31	12x1	0,140	34	147	18,2	178	-	0	325			
2_135	1 360	78,0	2,38	15x1	0,170	42	101	9,0	130	-	0	231			
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N16													Q _{ot} =	680	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]			
Seřízení k větví 2_08, Δp _{dis} =			14640	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 2_126,2_125,2_135,2_134,2_124						Δp _{dis} ' =	12 329	[Pa]		
Vliv samotižného vztlaku Δp _s =			-530	[Pa]											
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdl} -Δp _{pdl} ' +Δp _s =					14640	-	12329	+	-530	=	1781				
Návrh přednastavení:					m=	39,0	[kg/h],	Δp _{prv} =	1781	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,29	[m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)			
										=>	Skutečný s. kv:	0,31	[m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	1581	[Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 3N16													Q _{ot} =	680	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]			
2_136	680	39,0	0,25	15x1	0,080	13	3	15,9	51	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	54	54			
Seřízení k větví 2_08, Δp _{dis} =			14640	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 2_126,2_125,2_135,2_136,2_124						Δp _{dis} ' =	12 059	[Pa]		
Vliv samotižného vztlaku Δp _s =			-530	[Pa]											
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdl} -Δp _{pdl} ' +Δp _s =					14640	-	12059	+	-530	=	2051				
Návrh přednastavení:					m=	39,0	[kg/h],	Δp _{prv} =	2051	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,27	[m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)			
										=>	Skutečný s. kv:	0,31	[m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	1581	[Pa]		
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 2															
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]				
2_139	743	42,6	1,56	12x1	0,150	44	68	15,9	179	-	0	247			
2_140	743	42,6	3,30	12x1	0,150	44	144	15,9	179	-	0	322			
2_138	1 486	85,2	5,40	12x1	0,310	168	907	13,0	625	VV (07.21)	11610	13 141			
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.:				07. 21	Ventil D9505		DN10	Nastavení: 1,20							
											kv navrženého ventilu:		0,25 [m3/h]		
											Skutečná tlaková ztráta ventilu:		11610 Pa		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P20													Q _{ot} =	743	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]			
Seřízení k větví 2_137, Δp _{dis} =			17092	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 2_138,2_140						Δp _{dis} ' =	13 463	[Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdl} -Δp _{pdl} ' =					17092	-	13463	=	3629	[Pa]					
Návrh přednastavení:					m=	42,6	[kg/h],	Δp _{prv} =	3629	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,22	[m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)			
										=>	Skutečný s. kv:	0,22	[m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	3748	[Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P20													Q _{ot} =	743	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.I+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]			
Seřízení k větví 2_137, Δp _{dis} =			17092	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 2_138,2_139						Δp _{dis} ' =	13 388	[Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdl} -Δp _{pdl} ' =					17092	-	13388	=	3704	[Pa]					
Návrh přednastavení:					m=	42,6	[kg/h],	Δp _{prv} =	3704	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,22	[m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)			
										=>	Skutečný s. kv:	0,22	[m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	3748	[Pa]		

Tabulka 5.6 Dimenzování vedlejších úseků – 2. Větev

5.3 Dimenzování 3. otopné větve: JV blok (zelená)

- Teplotní spád 65/50 °C



Obrázek 5.5 Pracovní schéma pro dimenzování – 3. větev

5.3.1 Dimenzování základního okruhu

Dimenzování základního (nejnepříznivějšího) okruhu - VĚTEV 3 - ZELENÁ													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3_01	715	41,0	8,14	15x1	0,090	9	77	28,6	116	TPV (4)	1163	1 355	1 355
3_02	1 430	82,0	8,46	18x1	0,120	18	150	1,2	9	-	0	158	1 514
3_03	2 611	149,7	7,77	18x1	0,210	47	365	6,1	135	-	0	500	2 013
3_04	7 738	443,6	5,50	22x1	0,400	111	613	9,3	744	-	0	1 357	3 370
3_05	13 820	792,2	22,29	28x1,5	0,460	108	2 414	28,2	2984	-	0	5 398	8 768
3_06	27 118	1554,5	89,25	35x1,5	0,550	110	9 826	32,3	4885	-	0	14 712	23 480
Tlaková ztráta směšovacího ventilu:												15103	38 583
Celkový tlak pro návrh čerpadla Č.5 =												38 583	
Tlaková ztráta směšovacího ventilu:				06. 4	VRG131	DN15	Označení:	VRG131					
Autorita ventilu:				50 %									
Dispoziční tlak za směšovací armaturou:				23480 Pa									
Potřebná tlaková ztráta ventilu Δp _{ventil} =				11740 Pa									
Potřebné kv				4,54 [m3/h]									
Navržený ventil s kv:				4 [m3/h]									
Skutečná tlaková ztráta ventilu:				15103 Pa									
Kontrola autority:				64	>	30							

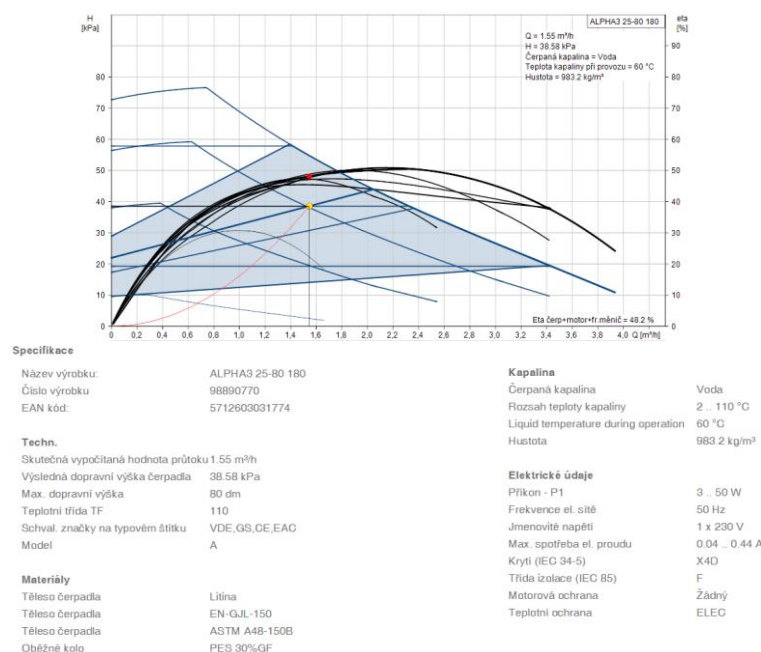
Tabulka 5.7 Dimenzování základního okruhu – 3. Větev

5.3.1.1 Návrh směšovacího ventilu

Návrh: **Směšovací ventil ESBE VRG 131 15-4** - mosazná armatura s ochranou proti vyluhování zinku s akčním spínacím rozsahem maximálně 90 °, $k_{vs}=4,0$ [m³h⁻¹]. Na tuto armaturu bude osazen servopohon – určí specialista na MAR. Dílčí výpočty pro návrh jsou uvedeny v předchozí tabulce.

5.3.1.2 Návrh čerpadla

Návrh čerpadla je proveden pomocí online aplikace Grundsof. [58] Návrh: **ALPHA3 25-80 180**.



Obrázek 5.6 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla a technická specifikace

5.3.2 Dimenzování ostatních okruhu včetně návrhu přednastavení regulačních armatur a návrhu vyvažovacích ventilů

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P28										Q _{ot} =	715	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
3_07	715	41,0	0,25	15x1	0,090	9	2	15,9	64	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	67	67	
Seřízení k větví 3_01, Δp _{dis} =			1355	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdi} -Δp _{pdi} ' =					1355	-	67	=	1289	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	41,0	[kg/h],	Δp _{prv} =	1289	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,36 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (4)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,38 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1163 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1P29										Q _{ot} =	1181	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
3_08	1181	67,7	0,25	15x1	0,140	30	8	15,9	156	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	163	163	
Seřízení k větví 3_02, Δp _{dis} =			1514	[Pa]									
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdi} -Δp _{pdi} ' =					1514	-	163	=	1350	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	67,7	[kg/h],	Δp _{prv} =	1350	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,58 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (6)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,57 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1411 [Pa]	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 3													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]		
3_09	862	49,4	5,42	15x1	0,110	16	88	18,2	110	-	0	198	
3_10	1982	113,6	13,22	18x1	0,160	29	385	14,2	182	-	0	566	
3_11	2755	157,9	5,36	18x1	0,220	51	273	6,1	148	-	0	421	
3_12	3226	184,9	2,90	18x1	0,260	69	198	8,7	294	-	0	492	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N37										Q _{ot} =	862	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
Seřízení k větví 3_03, Δp _{dis} =			2013	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_09, 3_10, 3_11, 3_12					Δp _{dis} ' =	1678	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdi} -Δp _{pdi} ' =					2013	-	1678	=	335	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	49,4	[kg/h],	Δp _{prv} =	335	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,85 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (8)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,75 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	434 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N38										Q _{ot} =	1122	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
3_15	1122	64,3	0,25	15x1	0,140	30	8	15,9	156	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	163	163	
Seřízení k větví 3_03, Δp _{dis} =			2013	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_15, 3_10, 3_11, 3_12					Δp _{dis} ' =	1643	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdi} -Δp _{pdi} ' =					2013	-	1643	=	370	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	64,3	[kg/h],	Δp _{prv} =	1283	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,57 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (6)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,57 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1273 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N35										Q _{ot} =	773	[W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
3_16	773	44,3	0,25	15x1	0,100	10	3	15,9	80	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	82	82	
Seřízení k větví 3_03, Δp _{dis} =			2013	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_16, 3_11, 3_12					Δp _{dis} ' =	995	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdi} -Δp _{pdi} ' =					2013	-	995	=	1018	[Pa]			
Návrh přednastavení:					m =	44,3	[kg/h],	Δp _{prv} =	1018	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,44 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)	
										=>	Skutečný s. kv:	0,47 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	889 [Pa]	

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N34										Q _{ot} =	471	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
3_17	471	27,0	0,25	15x1	0,060	10	3	15,9	29	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ		31	31	
Seřízení k větví 3_03, Δp _{dis} =					2013	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_17, 3_12					Δp _{dis} '=	524	[Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdi} - Δp _{pdi} '=					2013	-	524	=	1490	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=	27,0	[kg/h],	Δp _{prv} =	1490	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,22	[m³/h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,22	[m³/h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1506	[Pa]	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 3														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		Δp _{dis} [Pa]		
3_13	714	40,9	4,99	15x1	0,090	9	47	26,0	105	-	0	152		
3_14	1 428	81,9	4,70	15x1	0,170	42	199	11,3	163	-	0	363		
3_15	1 899	108,9	4,70	15x1	0,230	72	338	11,3	299	-	0	637		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N33										Q _{ot} =	714	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
Seřízení k větví 3_03, Δp _{dis} =					2013	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_13, 3_14, 3_15					Δp _{dis} '=	1 152	[Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdi} - Δp _{pdi} '=					2013	-	1152	=	861	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=	40,9	[kg/h],	Δp _{prv} =	861	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,44	[m³/h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,47	[m³/h]	
										=>	Skutečná ztráta:	758	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N33										Q _{ot} =	714	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
3_18"	714	40,9	0,25	15x1	0,090	9	2	15,9	64	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ		67	67	
Seřízení k větví 3_03, Δp _{dis} =					2013	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_18", 3_14, 3_15					Δp _{dis} '=	1 066	[Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdi} - Δp _{pdi} '=					2013	-	1066	=	947	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=	40,9	[kg/h],	Δp _{prv} =	947	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,42	[m³/h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (4)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,38	[m³/h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1160	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N34										Q _{ot} =	417	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
Seřízení k větví 3_03, Δp _{dis} =					2013	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_17, 3_15					Δp _{dis} '=	668	[Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdi} - Δp _{pdi} '=					2013	-	668	=	1345	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=	23,9	[kg/h],	Δp _{prv} =	1345	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,21	[m³/h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,22	[m³/h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1181	[Pa]	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 3														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		Δp _{dis} [Pa]		
3_18	816	46,8	4,15	15x1	0,100	13	52	20,4	102	-	0	154		
3_19	1 632	93,6	5,90	18x1	0,130	20	120	1,2	10	-	0	130		
3_20	2 522	144,6	5,77	22x1	0,130	15	88	1,2	10	-	0	98		
3_21	3 412	195,6	1,883	22x1	0,180	27	51	8,7	141	-	0	192		
3_22	6 082	348,6	1,883	22x1	0,310	71	133	9,7	466	-	0	599		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N25										Q _{ot} =	816	[W]		
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
Seřízení k větví 3_04, Δp _{dis} =					3370	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_18, 3_19, 3_20, 3_21, 3_22					Δp _{dis} '=	1 172	[Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdi} - Δp _{pdi} '=					3370	-	1172	=	2198	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=	46,8	[kg/h],	Δp _{prv} =	2198	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,32	[m³/h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,31	[m³/h]	
										=>	Skutečná ztráta:	2277	[Pa]	

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N25											Q _{sk} = 816 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3_23	816	46,8	0,25	15x1	0,100	13	3	15,9	80	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	83	83
Seřízení k větví 3_04, Δp _{dis} =		3370	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 3_23,3_19,3_20,3_21,3_22						Δp _{pdís} ' =	1 101	[Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdí} ' - Δp _{pdí} =		3370	-	1101	=	2269	[Pa]					
Návrh přednastavení:		m=	46,8	[kg/h],	Δp _{rv} =	2269	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,31	[m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,31	[m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:	2277	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N26											Q _{sk} = 890 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3_24	890	51,0	0,25	15x1	0,110	16	4	15,9	96	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	100	100
Seřízení k větví 3_04, Δp _{dis} =		3370	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 3_24,3_20,3_21,3_22						Δp _{pdís} ' =	989	[Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdí} ' - Δp _{pdí} =		3370	-	989	=	2382	[Pa]					
Návrh přednastavení:		m=	51,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	2382	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,33	[m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,31	[m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:	2708	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N26											Q _{sk} = 890 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 3_04, Δp _{dis} =		3370	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 3_24,3_21,3_22						Δp _{pdís} ' =	891	[Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdí} ' - Δp _{pdí} =		3370	-	891	=	2479	[Pa]					
Návrh přednastavení:		m=	51,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	2479	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,32	[m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,31	[m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:	2708	[Pa]	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 3												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]		Δp _{dis} [Pa]
3_25	890	51,0	4,05	15x1	0,110	16	66	18,2	110	-	0	176
3_26	1 780	102,0	3,65	18x1	0,130	23	84	1,2	10	-	0	94
3_27	2 670	153,1	2,78	18x1	0,220	51	142	2,7	65	-	0	207
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N28											Q _{sk} = 890 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 3_04, Δp _{dis} =		3370	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 3_25,3_26,3_27,3_22						Δp _{pdís} ' =	1 077	[Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdí} ' - Δp _{pdí} =		3370	-	1077	=	2294	[Pa]					
Návrh přednastavení:		m=	51,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	2294	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,34	[m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:	TPV (4)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,38	[m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:	1802	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N26											Q _{sk} = 890 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 3_04, Δp _{dis} =		3370	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 3_24,3_27,3_22						Δp _{pdís} ' =	906	[Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{pdí} ' - Δp _{pdí} =		3370	-	906	=	2464	[Pa]					
Návrh přednastavení:		m=	51,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	2464	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,33	[m ³ /h]	
								=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
								=>	Skutečný s. kv:	0,31	[m ³ /h]	
								=>	Skutečná ztráta:	2708	[Pa]	

Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 3												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		Δp _{dis} [Pa]
3_28	364	20,9	4,21	12x1	0,080	11	46	18,2	58	-	0	105
3_29	835	47,9	3,96	12x1	0,170	58	231	0,9	13	-	0	244
3_30	1 306	74,9	2,78	15x1	0,170	39	108	6,4	92	-	0	201
3_31	7 665	439,4	5,40	22x1	0,400	111	602	10,3	824	-	0	1 426
3_32	13 283	761,4	16,07	28x1,5	0,440	100	1 605	10,0	968	VV (07.19)	3483	6 056
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.:				07. 22	Ventil D9505	DN25	Nastavení	2,25				
kv navrženého ventilu:										4,15 [m ³ /h]		
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										3483 Pa		

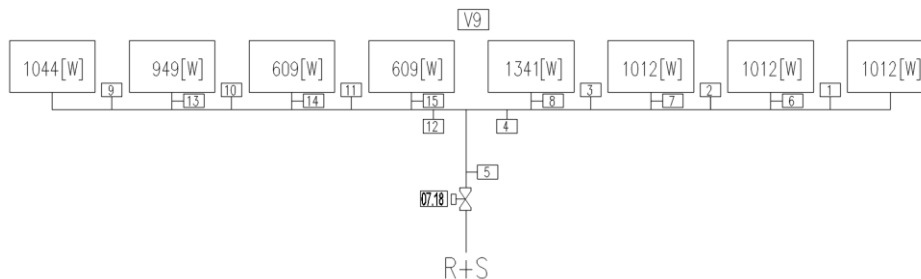
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N32											Q _{sk} = 568 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3_39	568	32,6	0,56	15x1	0,120	22	12	17,9	129	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	141	141
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} = 8768 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 3_39,3_36_3_37_31,3_32					Δp _{dis} ' = 7853 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{od} ' - Δp _{od} = 8768					- 7853 = 915 [Pa]							
Návrh přednastavení:					m=	32,6	[kg/h],	Δp _{rv} =	915	[Pa] =>	Potřebné kv:	0,34 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	HM (1)
										=>	Skutečný s. kv:	0,3 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	1178 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N32											Q _{sk} = 568 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3_40	1 099	63,0	0,56	15x1	0,130	26	15	21,1	178	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	193	193
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} = 8768 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 3_40,3_37_31,3_32					Δp _{dis} ' = 7832 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{od} ' - Δp _{od} = 8768					- 7832 = 936 [Pa]							
Návrh přednastavení:					m=	63,0	[kg/h],	Δp _{rv} =	936	[Pa] =>	Potřebné kv:	0,65 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (7)
										=>	Skutečný s. kv:	0,66 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	911 [Pa]
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 3												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
3_41	777	44,5	9,34	15x1	0,090	9	88	18,2	74	-	0	162
3_42	1 554	89,1	8,53	18x1	0,130	20	173	1,2	10	-	0	183
3_43	2 596	148,8	2,72	18x1	0,210	47	128	4,5	99	-	0	227
3_44	3 366	192,9	3,14	22x1	0,270	73	230	1,2	44	-	0	274
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N36											Q _{sk} = 777 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} = 8768 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 3_41,3_42,3_43,3_44,3_31,3_32					Δp _{dis} ' = 8 327 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{od} ' - Δp _{od} = 8768					- 8327 = 441 [Pa]							
Návrh přednastavení:					m=	44,5	[kg/h],	Δp _{rv} =	441	[Pa] =>	Potřebné kv:	0,67 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (7)
										=>	Skutečný s. kv:	0,66 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	455 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N36											Q _{sk} = 777 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3_45	777	44,5	0,25	15x1	0,090	9	2	15,9	64	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	67	67
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} = 8768 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 3_45,3_42,3_43,3_44,3_31,3_32					Δp _{dis} ' = 8 232 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{od} ' - Δp _{od} = 8768					- 8232 = 536 [Pa]							
Návrh přednastavení:					m=	44,5	[kg/h],	Δp _{rv} =	536	[Pa] =>	Potřebné kv:	0,61 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (6)
										=>	Skutečný s. kv:	0,57 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	611 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N39											Q _{sk} = 1042 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3_46	1 042	59,7	6,12	15x1	0,130	26	159	15,9	134	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	293	293
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} = 8768 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 3_46,3_43,3_44,3_31,3_32					Δp _{dis} ' = 8 275 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{od} ' - Δp _{od} = 8768					- 8275 = 493 [Pa]							
Návrh přednastavení:					m=	59,7	[kg/h],	Δp _{rv} =	493	[Pa] =>	Potřebné kv:	0,85 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (6)
										=>	Skutečný s. kv:	0,75 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	634 [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseku k otopnému tělesu v místnosti 1N35											Q _{sk} = 770 [W]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3_47	770	44,1	0,25	15x1	0,090	9	2	15,9	64	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	67	67
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} = 8768 [Pa]					Odečtení tlakové ztráty z části: 3_47,3_44,3_31,3_32					Δp _{dis} ' = 7 822 [Pa]		
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{od} ' - Δp _{od} = 8768					- 7822 = 946 [Pa]							
Návrh přednastavení:					m=	44,1	[kg/h],	Δp _{rv} =	946	[Pa] =>	Potřebné kv:	0,45 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)
										=>	Skutečný s. kv:	0,47 [m ³ /h]
										=>	Skutečná ztráta:	882 [Pa]
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 3												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
3_48	1 035	59,3	4,10	15x1	0,130	26	107	15,6	132	-	0	238
3_49	1 887	108,2	4,46	18x1	0,150	26	116	1,2	14	-	0	129
3_50	2 739	157,0	0,66	18x1	0,220	51	34	3,5	85	-	0	118
3_51	5 636	323,1	0,42	22x1	0,290	63	26	7,4	311	-	0	337

Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N27										Q _{ot} = 1035	[W]			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l.+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]		
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} =		8768		[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_48,3_49,3_50,3_51,3_32						Δp _{dis} ' = 6 880	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' =					8768	-	6880	=	1888	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=	59,3	[kg/h],	Δp _{prv} =	1888	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,43	[m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,47	[m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1593	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N29										Q _{ot} = 852	[W]			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l.+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]		
3_52	852	48,8	0,25	15x1	0,100	13	3	15,9	80	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	83	83		
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} =		8768		[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_52,3_49,3_50,3_51,3_32						Δp _{dis} ' = 6 724	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' =					8768	-	6724	=	2044	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=	48,8	[kg/h],	Δp _{prv} =	2044	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,34	[m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,31	[m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	2482	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N29										Q _{ot} = 852	[W]			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l.+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]		
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} =		8768		[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_52,3_50,3_51,3_32						Δp _{dis} ' = 6 595	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' =					8768	-	6595	=	2173	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=	48,8	[kg/h],	Δp _{prv} =	2173	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,33	[m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,31	[m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	2482	[Pa]	
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 3														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]			
3_53	895	51,3	3,17	15x1	0,110	16	52	15,6	94	-	0	146		
3_54	1470	84,3	8,10	15x1	0,180	47	379	4,8	78	-	0	457		
3_55	2045	117,2	2,43	15x1	0,250	84	205	1,2	38	-	0	242		
3_56	2897	166,1	3,34	18x1	0,240	55	184	3,5	101	-	0	285		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N24										Q _{ot} = 895	[W]			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l.+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]		
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} =		8768		[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_53,3_54,3_55,3_56,3_51,3_32						Δp _{dis} ' = 7 378	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' =					8768	-	7378	=	1391	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=	51,3	[kg/h],	Δp _{prv} =	1391	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,44	[m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (5)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,47	[m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1192	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N32										Q _{ot} = 575	[W]			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l.+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]		
3_57	575	33,0	3,73	12x1	0,120	22	83	15,9	114	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	197	197		
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} =		8768		[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_57,3_54,3_55,3_56,3_51,3_32						Δp _{dis} ' = 7 237	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' =					8768	-	7237	=	1531	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=	33,0	[kg/h],	Δp _{prv} =	1531	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,27	[m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,31	[m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	1130	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N32										Q _{ot} = 575	[W]			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l.+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]		
3_57	575	33,0	5,85	12x1	0,120	22	130	15,9	114	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	244	244		
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} =		8768		[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_58,3_55,3_56,3_51,3_32						Δp _{dis} ' = 6 828	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' =					8768	-	6828	=	1941	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=	33,0	[kg/h],	Δp _{prv} =	1941	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,24	[m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (2)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,22	[m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	2245	[Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2N29										Q _{ot} = 852	[W]			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l.+Z+Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]		
Seřízení k větví 3_05, Δp _{dis} =		8768		[Pa]		Odečtení tlakové ztráty z částí: 3_52,3_56,3_51,3_32						Δp _{dis} ' = 6 424	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{dis} -Δp _{dis} ' =					8768	-	6424	=	2345	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=	48,8	[kg/h],	Δp _{prv} =	2345	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,32	[m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,31	[m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta:	2482	[Pa]	

Tabulka 5.8 Dimenzování vedlejších úseků – 3. Větev

5.4 Dimenzování 4. otopné větve: lékárna (žlutá)

- Teplotní spád 65/50 °C



Obrázek 5.7 Pracovní schéma pro dimenzování – 4. větev

5.4.1 Dimenzování základního okruhu

Dimenzování základního (nejnepříznivějšího) okruhu - VĚTEV 4 - LÉKARNA													
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
4_01	1 012	58,0	3,80	15x1	0,120	19	72	14,6	105	RA-N 15 (7) 640		817	817
4_02	2 024	116,0	3,60	18x1	0,160	30	108	1,2	15	- 0		124	941
4_03	3 036	174,0	15,44	22x1	0,160	23	349	16,8	215	- 0		564	1 505
4_04	4 377	250,9	4,67	22x1	0,220	40	184	8,7	211	- 0		395	1 900
4_05	7 588	435,0	67,20	22x1	0,390	109	7 352	29,7	2 259	- 0		9 610	11 510
Tlaková ztráta směšovacího ventilu:											7121	18 631	
Tlaková ztráta vyvažovacího ventilu:											2297	20 928	
Celkový tlak pro návrh čerpadla Č.4. =											20 928		
Tlaková ztráta směšovacího ventilu:				06. 3	VRG131	DN15	Označení:	VRG131					
Autorita ventilu:										50 %			
Dispoziční tlak za směšovací armaturou:										13807 Pa			
Potřebná tlaková ztráta ventilu Δp _{ventil} =										6904 Pa			
Potřebné kv										1,66 [m ³ /h]			
Navržený ventil s kv:										1,63 [m ³ /h]			
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										7121 Pa			
Kontrola autority:										52	≥	30	
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.:				07. 18	Ventil D9505	DN25	Nastavení	1,65					
kv navrženého ventilu:										2,87 [m ³ /h]			
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										2297 Pa			

Tabulka 5.9 Dimenzování základního okruhu – 4. Větev

5.4.1.1 Návrh směšovacího ventilu

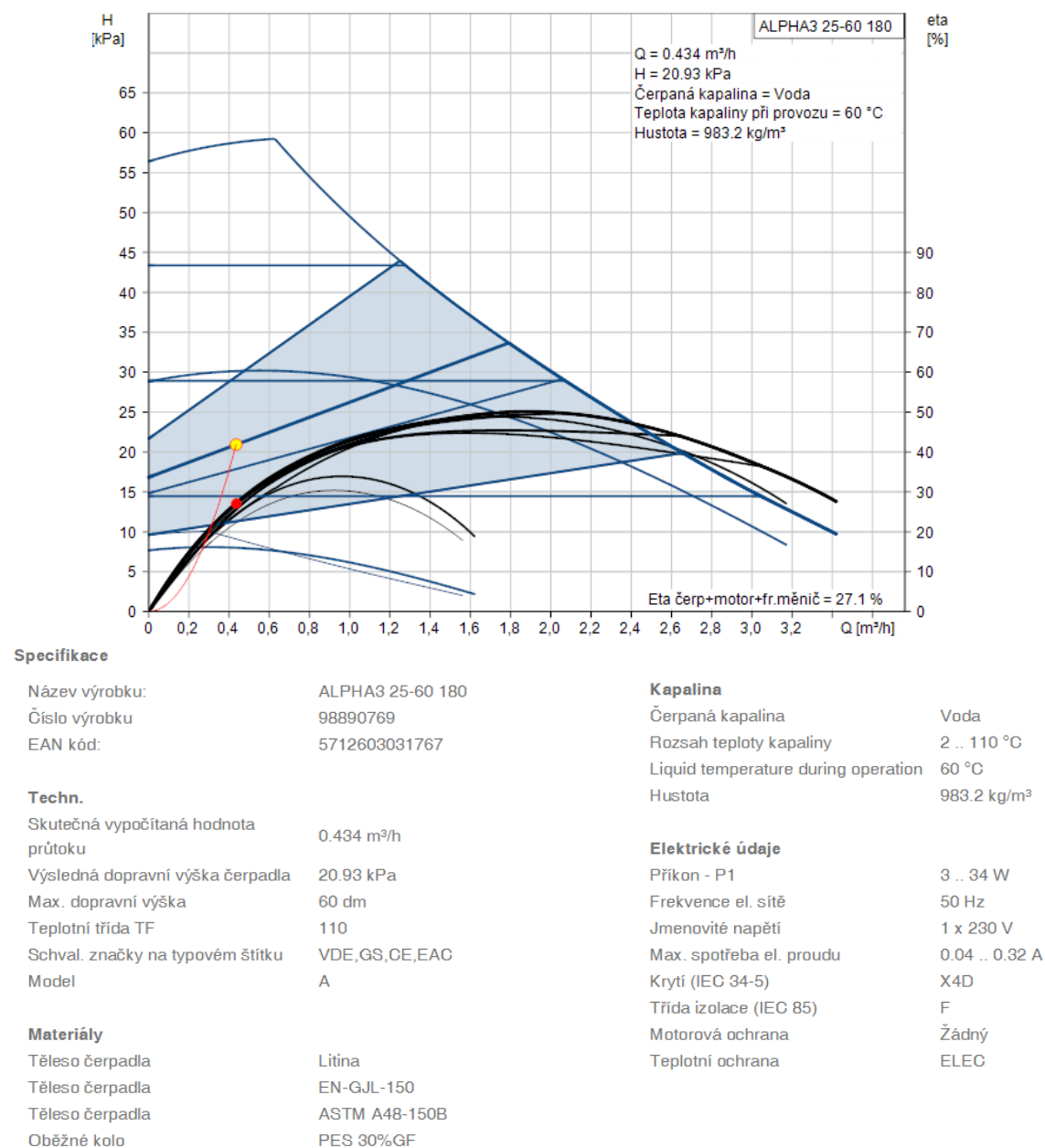
Návrh: **Směšovací ventil ESBE VRG 131 15-1,63** - mosazná armatura s ochranou proti vy-luhování zinku s akčním spínacím rozsahem maximálně 90 °, $k_{vs}=1,63$ [m³h⁻¹]. Na tuto armaturu bude osazen servopohon – určí specialista na MAR. Dílčí výpočty pro návrh jsou uvedeny v před-chozí tabulce.

5.4.1.2 Návrh vyvažovacího ventilu

Návrh: **Vyvažovací ventil HYDRONIC D 9505 – DN 25 – 1,65**, $k_{vs}=2,87$ [m³h⁻¹] – ventil pro ruční hydronické vyvážení potrubní sítě s funkcí přednastavení požadovaného průtoku, uzaví-rání, měření průtoku, teploty a tlaku protékajícího média. Umístění u kombinovaného rozdělo-vače a sběrače.

5.4.1.3 Návrh čerpadla

Návrh čerpadla je proveden pomocí online aplikace Grundsof. [58] Návrh: **ALPHA3 25-60 180**.



Obrázek 5.8 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla a technická specifikace

5.4.2 Dimenzování ostatních okruhu včetně návrhu přednastavení regulačních armatur a návrhu vyvažovacích ventilů

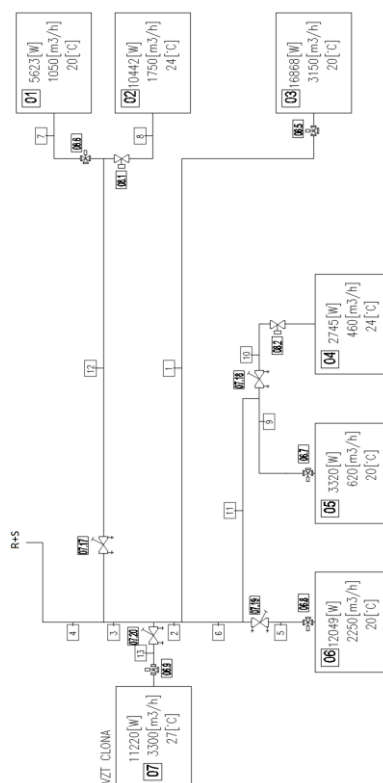
Dimenzování ostatních rozvodů - VĚTEV 4 - LÉKARNA														
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		Δp _{dis} [Pa]		
4_09	1 044	59,8	4,94	15x1	0,160	24	120	26,0	333	-	0	453		
4_10	1 993	114,2	3,90	18x1	0,160	30	117	1,2	15	-	0	133		
4_11	2 602	149,2	4,00	18x1	0,210	48	192	0,9	20	-	0	212		
4_12	3 211	184,1	2,56	18x1	0,260	70	179	6,1	206	-	0	385		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N17										Q _{ot} =	1044 [W]			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
Seřízení k větví 4_04, Δp _{dis} =			1900	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 4_09, 4_10, 4_11, 4_12					Δp _{dis} '=		1 183	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{od} -Δp _{dis} '=					1900	-	1183	=	717	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=		59,8	[kg/h],	Δp _{rv} =	717	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,71 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (7)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,66 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	822 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N16										Q _{ot} =	949 [W]			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
4_13	949	54,4	0,25	15x1	0,120	20	5	15,9	114	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ		119	119	
Seřízení k větví 4_04, Δp _{dis} =			1900	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 4_10, 4_11, 4_12, 4_13					Δp _{dis} '=		849	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{od} -Δp _{dis} '=					1900	-	849	=	1051	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=		54,4	[kg/h],	Δp _{rv} =	1051	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,53 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (6)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,57 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	911 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N15										Q _{ot} =	609 [W]			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
4_14	609	34,9	0,25	15x1	0,070	20	5	15,9	39	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ		44	44	
Seřízení k větví 4_04, Δp _{dis} =			1900	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 4_14, 4_11, 4_12,					Δp _{dis} '=		641	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{od} -Δp _{dis} '=					1900	-	641	=	1259	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=		34,9	[kg/h],	Δp _{rv} =	1259	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,31 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	1268 [Pa]		
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N15										Q _{ot} =	609 [W]			
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]	
4_15	609	34,9	0,25	15x1	0,070	20	5	15,9	39	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ		44	44	
Seřízení k větví 4_04, Δp _{dis} =			1900	[Pa]	Odečtení tlakové ztráty z části: 4_15, 4_12,					Δp _{dis} '=		429	[Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: Δp _{rv} = Δp _{od} -Δp _{dis} '=					1900	-	429	=	1471	[Pa]				
Návrh přednastavení:					m=		34,9	[kg/h],	Δp _{rv} =	1471	[Pa]	=>	Potřebné kv:	0,29 [m ³ /h]
										=>	Zvolené přednastavení:	TPV (3)		
										=>	Skutečný s. kv:	0,31 [m ³ /h]		
										=>	Skutečná ztráta:	1268 [Pa]		

Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektoru v místnosti 1N13										$Q_{ot} =$	1012	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R'I [Pa]	$\Sigma \xi [-]$	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.I+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{dis} [Pa]
4_06	1 012	58,0	0,25	15x1	0,120	19	5	14,9	107	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	112	112
Seřízení k větví 4_01, $\Delta p_{dis} =$ 817 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{pdl} - \Delta p_{pdl}' =$ 817 - 112 = 705 [Pa]												
Návrh přednastavení:										m= 58,0 [kg/h], $\Delta p_{rv} =$ 705 [Pa] =>	Potřebné kv: 0,69 [m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení: RA-N 15 (7)	
										=>	Skutečný s. kv: 0,74 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta: 615 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků ke konvektoru v místnosti 1N13										$Q_{ot} =$	1012	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R'I [Pa]	$\Sigma \xi [-]$	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.I+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{dis} [Pa]
4_07	1 012	58,0	0,25	15x1	0,120	19	5	14,9	107	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	112	112
Seřízení k větví 4_02, $\Delta p_{dis} =$ 941 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{pdl} - \Delta p_{pdl}' =$ 941 - 112 = 829 [Pa]												
Návrh přednastavení:										m= 58,0 [kg/h], $\Delta p_{rv} =$ 829 [Pa] =>	Potřebné kv: 0,64 [m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení: RA-N 15 (6)	
										=>	Skutečný s. kv: 0,59 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta: 967 [Pa]	
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 1N14										$Q_{ot} =$	1341	[W]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R'I [Pa]	$\Sigma \xi [-]$	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.I+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{dis} [Pa]
4_08	1 341	76,9	0,25	15x1	0,160	40	10	15,9	204	NÁVRH PŘEDNASTAVENÍ	213	213
Seřízení k větví 4_03, $\Delta p_{dis} =$ 1505 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{pdl} - \Delta p_{pdl}' =$ 1505 - 213 = 1292 [Pa]												
Návrh přednastavení:										m= 76,9 [kg/h], $\Delta p_{rv} =$ 1292 [Pa] =>	Potřebné kv: 0,68 [m ³ /h]	
										=>	Zvolené přednastavení: TPV (7)	
										=>	Skutečný s. kv: 0,66 [m ³ /h]	
										=>	Skutečná ztráta: 1357 [Pa]	

Tabulka 5.10 Dimenzování vedlejších úseků – 4. Větev

5.5 Dimenzování 5. otopné větve: VZT (fialová)

- Teplotní spád 70/50 °C



Obrázek 5.9 Pracovní schéma pro dimenzování – 5. větev

5.5.1 Dimenzování základního okruhu

Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{tv} [Pa]	R.l+Z+Δp _{tv} [Pa]
Dimenzování základního okruhu (k nejvýkonnější ohřivač - VZT jednotka - č. 03)											
5_01	16 868	725,2	45,87	28x1,5	0,420	90,3	4142	36,0	3175	VRG131 (06.5)	8414 15 732
Tlaková ztráta výměníku											
Kontrola autority ventilu: $a = \Delta p_{tv} / (R.l + Z) =$											
5_02	34 982	1504,0	4,60	35x1,5	0,530	101,3	466	10,4	1461	-	0 1927
5_03	46 202	1986,3	4,60	35x1,5	0,680	168,9	777	7,5	1734	-	0 2511
5_04	62 220	2677,0	42,53	42x1,5	0,660	112,1	4768	35,8	7797	-	0 12 565
Celkový tlak pro návrh čerpadla (5.06) =											35735
Tlaková ztráta směšovacího ventilu:											
				06. 5	VRG131	DN20	Označení:	VRG131			
Autorita ventilu:											50 %
Dispoziční tlak za směšovací armaturou:											10317 Pa
Potřebná tlaková ztráta ventilu Δp _{ventil} =											5159 Pa
Potřebné kv											3,19 [m³/h]
Navržený ventil s kv:											2,5 [m³/h]
Skutečná tlaková ztráta ventilu:											8414 Pa
Kontrola autority:											82 ≥ 30

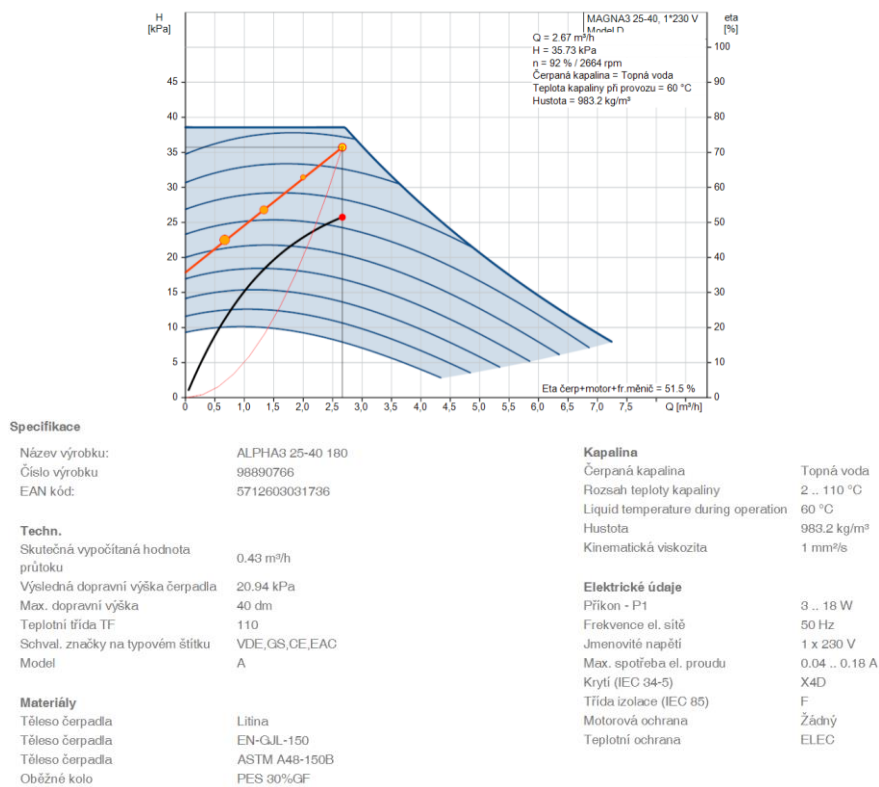
Tabulka 5.11 Dimenzování základního okruhu – 5. Větev

5.5.1.1 Návrh směšovacího ventilu u vzt jednotky

Návrh: **Směšovací ventil ESBE VRG 131 20-2,5** - mosazná armatura s ochranou proti vyluhování zinku s akčním spínacím rozsahem maximálně 90 °, $k_{vs}=2,50[\text{m}^3\text{h}^{-1}]$. Na tuto armaturu bude osazen servopohon – určí specialista na MAR. Dílčí výpočty pro návrh jsou uvedeny v předchozí tabulce.

5.5.1.2 Návrh čerpadla

Návrh čerpadla je proveden pomocí online aplikace Grundsof. [58] Návrh: **MAGMA3 25-40**



Obrázek 5.10 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla a technická specifikace

5.5.2 Dimenzování ostatních okruhu včetně návrhu přednastavení regulačních armatur a návrhu vyvažovacích ventilů

Dimenzování ostatních úseků:												
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]		Δp _{dis} [Pa]
5_05	12 049	518,0	4,60	28x1,5	0,300	49	226	18,2	819	Výměník	3000	4 045
5_06	18 114	778,8	6,77	35x1,5	0,300	32	216	13,4	603	-	0	819
5_07	5 623	241,7	8,76	22x1	0,220	38	333	18,2	440	Výměník	3000	3 773
5_08	10 442	448,9	4,53	28x1,5	0,250	38	173	18,2	569	Výměník	3000	3 741
5_09	3 220	138,4	17,97	18x1	0,220	42	755	28,6	692	Výměník	3000	4 447
5_10	2 745	118,0	4,75	18x1	0,170	32	152	18,2	263	Výměník	3000	3 415
5_11	6 065	260,7	25,90	18x1	0,240	44	1140	15,2	438	-	0	1 577
5_12	16 074	691,1	25,54	35x1,5	0,240	24	613	20,4	588	VV (07.17)	3521	4 722
5_13	11 220	482,4	47,00	28x1,5	0,280	44	2068	33,8	1325	Výměník clony	6000	9 393

Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.:		07. 17	Ventil D9505	DN25	Nastavení	2,25
kv navrženého ventilu:						4,15 [m3/h]
Skutečná tlaková ztráta ventilu:						3521 Pa

Návrh směšovacího ventilu pro VZT jednotku č.01						
Seřízení k větvi 5_03, Δp _{dis} =		23169,3	[Pa]	odečtení tlakové ztráty z části: 5_07,5_12		Δp _{dis} ' = 8 495 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta:		Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd} ' =	23169	-	8495	= 14674 [Pa]
Návrh přednastavení:		m =	241,7	[kg/h],	Δp _{rv} =	14724 [Pa] => VRG131 (06.6)
Kontrola aturority ventilu:		a = Δp _{rv} / (R.l+Z) =	69,9	[%]	≥	30,0 [%] VYHOVÍ

Tlaková ztráta směšovacího ventilu:		06. 6	VRG131	DN15	Označení:	VRG131
Potřebná tlaková ztráta ventilu Δp _{ventil} =						14674 Pa
Potřebné kv						0,63 [m3/h]
Navržený ventil s kv:						0,63 [m3/h]
Skutečná tlaková ztráta ventilu:						14724 Pa

Zaregulování vyvažovacího ventilu pro VZT jednotku č.02						
Seřízení k větvi 5_03, Δp _{dis} =		23169,3	[Pa]	odečtení tlakové ztráty z části: 5_08,5_12		Δp _{dis} ' = 8 463 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta:		Δp _{rv} = Δp _{sd} -Δp _{sd} ' =	23169	-	8463	= 14706 [Pa]
Návrh přednastavení:		m =	448,9	[kg/h],	Δp _{rv} =	14474 [Pa] => Ventil D9525 (08.1)
Kontrola aturority ventilu:		a = Δp _{rv} / (R.l+Z) =	62,5	[%]	≥	30,0 [%] VYHOVÍ

Tlaková ztráta kombinovaného vyvažovacího a regulačního ventilu č.:		08. 1	Ventil D9525	DN15NF	Nastavení	2,50
kv navrženého ventilu:						1,21 [m3/h]
Skutečná tlaková ztráta ventilu:						14474 Pa

Tabulka 5.12 Dimenzování potrubních úseků – 5. Větev

5.5.2.1 Návrh kombinované vyvažovací a regulační armatury

Návrh: Ventil D9525 – DN15NF – 2,5, $k_{vs}=1,21 \text{ [m}^3\text{h}^{-1}\text{]}$. Jedná se o kombinovanou armaturu zajišťující ruční hydronické vyvážení a regulaci průtoku. Na tuto armaturu bude osazen servopohon – určí specialista na MAR. Dílčí výpočty pro návrh jsou uvedeny v předchozí tabulce.

Funkce:
- přednastavení max. pracovní Kv hodnoty
- uzavírání
- měření průtoku, tlaku a teploty protékajícího média
- po osazení ovládacího pohonu regulace výkonu spotřebiče změnou průtoku.

Jmenovitý tlak: PN 20
Max. diferenční tlak: *) 200 kPa / DN 15
100 kPa / DN 20–25
Max. pracovní teplota: 120 °C / PN 10
80 °C / PN 20
Min. pracovní teplota: -10 °C

Médium:
Voda nebo neutrální roztoky, směsi voda-glykol.
Jiné médium na dotaz.

Materiál:
tělo: mosaz EN12165-CW602N
kuželka: mosaz EN12164-CW602N
bonnet: mosaz EN12164-CW602N



Kv hodnoty pro různé polohy přednastavení

D 9525	poloha přednastavení																
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
DN 15 LF	0,11	0,15	0,19	0,22	0,25	0,29	0,33	0,37	0,42	0,47	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72	0,76	0,80
DN 15 NF	0,50	0,76	0,95	1,09	1,21	1,31	1,39	1,47	1,53	1,59	1,63	1,67	1,70	1,73	1,76	1,78	1,80
DN 20	0,69	1,07	1,37	1,64	1,90	2,12	2,31	2,47	2,61	2,75	2,86	2,96	3,05	3,13	3,20	3,28	3,35
DN 25	1,33	2,08	2,70	3,17	3,60	3,90	4,19	4,52	4,75	4,95	5,14	5,30	5,46	5,67	5,83	6,00	6,13

Obrázek 5.11 Technické parametry navržené armatury D9525 [59]

Zaregulování vyvažovacího ventilu pro VZT jednotku č.04											
Seřízení k větví 5_01, Δp _{dis} =		18731,7		[Pa]		odečtení tlakové ztráty z části: 5_10,5_11,5_06				Δp _{dis} ' = 5 811 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta: Δp _{rv} = Δp _{pdt} -Δp _{pdi} =		18731,7		-		5811		+		-742 - 4958 = 7220,4 [Pa]	
Vliv samotižného vztlaaku Δp _s =		-742		[Pa]							
Návrh přednastavení:		m= 118,0		[kg/h],		Δp _{rv} = 7895		[Pa]		=> Ventil D9525 (08.2)	
Kontrola aturority ventilu: a = Δp _{rv} / (R.I+Z)=		42,1		[%]		≥ 30,0		[%]		VYHOVÍ	
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.:		07. 18		Ventil D9505		DN15		Nastavení		0,95	
kv navrženého ventilu:										0,53 [m3/h]	
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										4958 Pa	
Tlaková ztráta kombinovaného vyvažovacího a regulačního ventilu č.:		08. 2		Ventil D9525		DN15LF		Nastavení		4,50	
kv navrženého ventilu:										0,42 [m3/h]	
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										7895 Pa	
Zaregulování vyvažovacího ventilu pro VZT jednotku č.05											
Seřízení k větví 5_01, Δp _{dis} =		18731,7		[Pa]		odečtení tlakové ztráty z části: 5_09,5_11,5_06				Δp _{dis} ' = 6 843 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta: Δp _{rv} = Δp _{pdt} -Δp _{pdi} =		18731,7		-		6843		=		-742 - 11147 = 10241 [Pa]	
Vliv samotižného vztlaaku Δp _s =		-742		[Pa]							
Návrh přednastavení:		m= 138,4		[kg/h],		Δp _{rv} = 11978		[Pa]		=> VRG131 (06.7)	
Kontrola aturority ventilu: a = Δp _{rv} / (R.I+Z)=		61,7		[%]		≥ 30,0		[%]		VYHOVÍ	
Tlaková ztráta směšovacího ventilu:		06. 7		VRG131		DN15		Označení:		VRG131	
Potřebná tlaková ztráta ventilu Δp _{ventil} =										11147 Pa	
Potřebné kv										0,41 [m3/h]	
Navržený ventil s kv:										0,4 [m3/h]	
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										11978 Pa	
Zaregulování vyvažovacího ventilu pro VZT jednotku č.06											
Seřízení k větví 5_01, Δp _{dis} =		18731,7		[Pa]		odečtení tlakové ztráty z části: 5_05,5_06				Δp _{dis} ' = 4 864 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta: Δp _{rv} = Δp _{pdt} -Δp _{pdi} =		18731,7		-		4864		=		-742 + -2885 = 10241 [Pa]	
Vliv samotižného vztlaaku Δp _s =		-742		[Pa]							
Návrh přednastavení:		m= 518,0		[kg/h],		Δp _{rv} = 10100		[Pa]		=> VRG131 (06.8)	
Kontrola aturority ventilu: a = Δp _{rv} / (R.I+Z)=		40,8		[%]		≥ 30,0		[%]		VYHOVÍ	
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.:		07. 19		Ventil D9505		DN25		Nastavení		1,75	
kv navrženého ventilu:										3,05 [m3/h]	
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										2885 Pa	
Tlaková ztráta směšovacího ventilu:		06. 8		VRG131		DN15		Označení:		VRG131	
Potřebná tlaková ztráta ventilu Δp _{ventil} =										10241 Pa	
Potřebné kv										1,62 [m3/h]	
Navržený ventil s kv:										1,63 [m3/h]	
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										10100 Pa	
Zaregulování směšovacího ventilu pro vzduchovou clonu											
Seřízení k větví 5_02, Δp _{dis} =		20658,4		[Pa]		odečtení tlakové ztráty z části: 5_13				Δp _{dis} ' = 9 393 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta: Δp _{rv} = Δp _{pdt} -Δp _{pdi} =		20658,4		-		9393		+		-2518 = 8747,7 [Pa]	
Návrh přednastavení:		m= 482,4		[kg/h],		Δp _{rv} = 8758		[Pa]		=> VRG131 (06.9)	
Kontrola aturority ventilu: a = Δp _{rv} / (R.I+Z)=		32,5		[%]		≥ 30,0		[%]		VYHOVÍ	
Tlak. ztráta vyvažovacího ventilu č.:		07. 20		Ventil D9505		DN20		Nastavení		3,35	
kv navrženého ventilu:										3,04 [m3/h]	
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										2518 Pa	
Tlaková ztráta směšovacího ventilu:		06. 9		VRG131		DN15		Označení:		VRG131	
Potřebná tlaková ztráta ventilu Δp _{ventil} =										8748 Pa	
Potřebné kv										1,63 [m3/h]	
Navržený ventil s kv:										1,63 [m3/h]	
Skutečná tlaková ztráta ventilu:										8758 Pa	

Tabulka 5.13 Dimenzování potrubních úseků, návrh regulačních armatur – 5. Větev

5.6 Dimenzování potrubí k zásobníku teplé vody

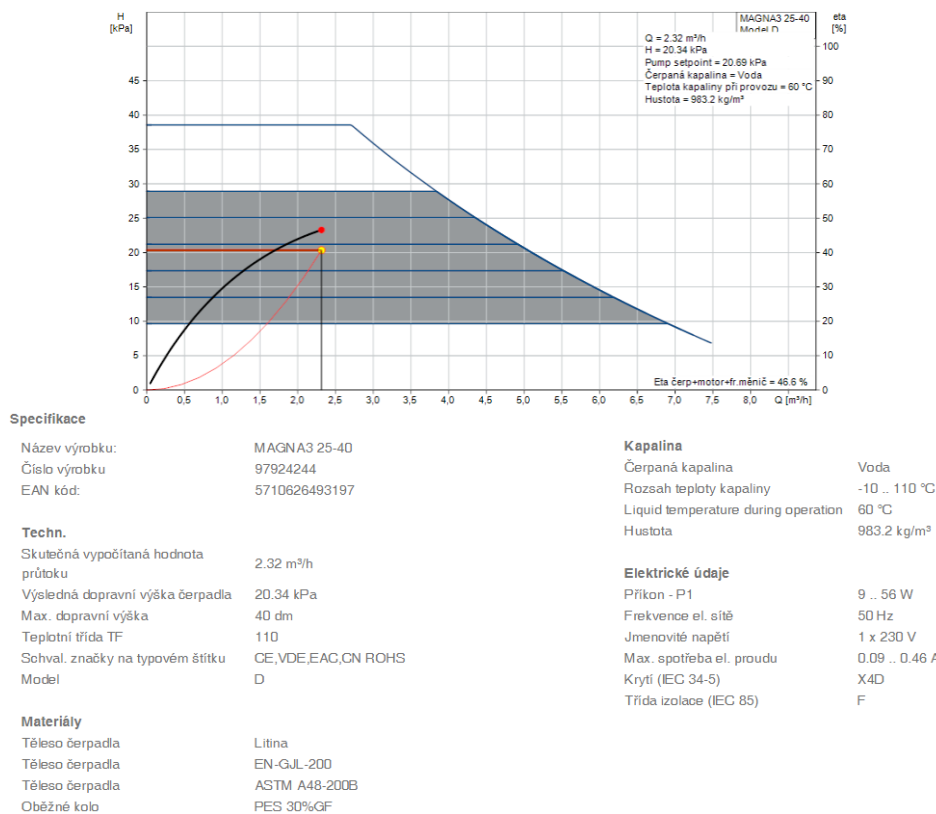
- Teplotní spád 70/50 °C

Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R1 [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.I+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{dis} [Pa]
Dimenzování potrubí k zásobníkovému ohřivači tepla												
6_02	54 250	2316,4	24,07	Cu 42x1,5	0,550	86,1	2072	34,8	5264	Zásobníkový ohřivač	13000	20 336
Celkový tlak pro návrh čerpadla(5.07) =											20336 [Pa]	

Tabulka 5.14 Dimenzování okruhu k zásobníku teplé vody – 6. Větev

5.6.1.1 Návrh čerpadla

Návrh čerpadla je proveden pomocí online aplikace Grundsof. [58] Návrh: **MAGNA3 25-40**



Obrázek 5.12 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla a technická specifikace

5.7 Dimenzování potrubí v okruhu zdroje tepla – R+S

Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]
Dimenzování potrubí v okruhu zdroje tepla – R+S					
7_01	217 800	9363,7	Fe DN65	0,710	79,9

Tabulka 5.15 Dimenzování okruhu k zásobníku teplé vody – 7. Větev

5.8 Tepelná izolace potrubí

Dle vyhlášky č. 193/2007 [16] je nutno opatřit potrubní rozvody tepelnou izolací s tepelnou vodivostí menší nebo rovno $0,040 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}]$ (pro vnitřní rozvody uváděno pro $0 \text{ [}^\circ\text{C}]$). Zároveň skutečný součinitel prostupu tepla potrubí s izolací musí být menší nebo roven tzv. "Určujícímu součiniteli tepelné vodivosti". Ten je definován na základě DN izolovaného potrubí.

- Skutečný součinitel prostupu tepla vztažený na jednotku délky (zjednodušeným výpočtem se zanedbáním tepelného odporu při přestupu tepla mezi médiem a stěnou trubky):

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda_t} \ln \frac{d}{d-2s_t} + \frac{1}{2\lambda_{iz}} \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e D}} \quad [\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}] \quad (1.70)$$

kde:

- α_e - je součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
- d - je vnitřní průměr trubky [m]
- D - je vnější průměr trubky [m]
- s_t - je tloušťka stěny potrubí [m]

λ_t - je součinitel tepelné vodivosti potrubí [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]

λ_{iz} - je součinitel tepelné vodivosti izolace potrubí [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]

Tepelná izolace	Materiál potrubí			Rozměr potrubí	Tloušťka tepelné izolace S_{iz} [mm]	Součinitel tepelné vodivosti potrubí λ_t [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	Součinitel tepelné vodivosti izolace λ_{iz} [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu α_e [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	Průměr potrubí d [m]	Průměr izolace potrubí D [m]	Skutečný součinitel prostupu tepla [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	Určující součinitel prostupu tepla [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	Vyhodnocení
Kaiflex EF	Cu	10	x	1	20	372	0,036	10	10	50	0,129	0,150	VYHOVÍ
		12	x	1	25	372	0,036	10	12	62	0,129	0,150	VYHOVÍ
		15	x	1	32	372	0,036	10	15	79	0,129	0,150	VYHOVÍ
		18	x	1	32	372	0,036	10	18	82	0,141	0,180	VYHOVÍ
		22	x	1	32	372	0,036	10	22	86	0,156	0,180	VYHOVÍ
		28	x	1,5	32	372	0,036	10	28	92	0,178	0,180	VYHOVÍ
		35	x	1,5	25	372	0,036	10	35	85	0,233	0,270	VYHOVÍ
		42	x	1,5	25	372	0,036	10	42	92	0,262	0,270	VYHOVÍ
PIPO ALS	Fe	DN50			40	50	0,040	10	57	137	0,269	0,270	VYHOVÍ
		DN65			60	50	0,040	10	76	196	0,254	0,270	VYHOVÍ

Tabulka 5.16 Návrh tepelné izolace potrubí

KAIFLEX EF – trubice



Izolace na bázi syntetického kaučuku s difúzním faktorem $\mu \geq 8\,000$.

Použití od $-50\,^{\circ}\text{C}$ do $+110\,^{\circ}\text{C}$

Součinitel tepelné vodivosti $\lambda_{0\cdot\text{C}} = 0,036\, \text{W/mK}$

Obrázek 5.13 Základní technické údaje izolace Kaiflex EF [61]

PIPO ALS**POTRUBNÍ IZOLAČNÍ POUZDRO S POVRCHOVOU ÚPRAVOU Z HLINÍKOVÉ FÓLIE****• POPIS VÝROBKU**

Potrubi izolační pouzdra s polepem PIPO ALS jsou tepelněizolační výrobky z kamenné vlny (minerální plsti) pojené organickým pojivem. Mají tvar dutého podélně děleného válce vyrobeného z jednoho nebo více segmentů, se zámkem zamezujícím ztrátě tepla v podélném spoji.

Výrobek PIPO ALS je opatřen povrchovou úpravou z hliníkové fólie vyztužené mřížkou ze skleněných vláken (ALS). Pouzdro je na podélném spoji opatřeno přesahem fólie se samolepicí páskou pro dokonalé uzavření pouzdra, která nenahrazuje nosné spoje. Pro snadnější montáž na potrubí je pouzdro opatřeno jedním až třemi vnitřními nářezy. Zámky jsou opatřena pouzdra od tloušťky izolace 50 mm včetně.

ALS – kompozitní hliníková vrstva připojená k deskám pomocí tavné vrstvy lepidla, které nezhoršuje reakci na oheň. Hliníková vrstva je vybavena pevně připojenou skleněnou výztužnou mřížkou 2/2 mm. Tloušťka hliníkové fólie je 18 – 22 µm.

V souladu se standardem v zemích EU doporučujeme stáhnout potrubní izolační pouzdro v příčném směru (po obvodu) hliníkovou samolepicí páskou nebo drátem na třech místech na běžný metr délky pouzdra.

• ZÁVISLOST SOUČinitele TEPELNÉ VODIVOSTI NA TEPLOTĚ

$$\lambda_m = 5 \cdot 10^{-7} \cdot t_m^2 + 8,7 \cdot 10^{-5} \cdot t_m + 0,0329 \text{ (W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}\text{)}$$

Platnost zjištěna na válcové sondě podle metody EN ISO 8497.

• OBLAST POUŽITÍ

Potrubi pouzdra PIPO ALS jsou určeny pro izolaci rozvodů tepla s provozní teplotou od + 15°C do + 250°C a akustickou izolaci potrubí.

• VLASTNOSTI KAMENNÉ VLNY ROCKWOOL S POVRCHOVOU ÚPRAVOU

Tepelněizolační vlastnosti. Zvuková pohltivost. Nehořlavost – ochrana proti šíření plamene a požáru. Vodoodpudivost a odolnost proti vlhkosti – polep hliníkovou fólií nenahrazuje potřebné povrchové úpravy pro ochranu proti vnějším klimatickým vlivům (rosa, dešťové srážky, sníh – pro použití v exteriéru). Rozměrová a tvarová stálost. Zlepšení mechanických vlastností povrchu. Zajištění čistoty prostředí (bezprašnost). Optický vzhled, textura povrchu a barva – stříbrný vzhled.

• BALENÍ

Pouzdra jsou balena do kartonových krabic nebo volně (počty kusů – viz. tabulka). Balení s počtem nad 25 kusů pouzder je možné dodat i v polovičním množství. ROCKWOOL, a. s. je zapojen do systému sdruženého plnění povinností zpětného odběru a využití odpadů z obalů „Systém tříděného sběru v obcích EKO-KOM“.

ROZMĚRY, VÝROBNÍ SORTIMENT A BALENÍ							
Vnitřní průměr pouzdra = vnější průměr potrubí (mm)	Tloušťka izolační vrstvy (mm)						
	25	30	40	50	60	80	100
	Počet bm (pouzder) v kartonu						
18	56	42	24	—	—	—	—
22	48	42	24	15	—	—	—
28	47	35	20	13	—	—	—
35	35	30	20	12	10	—	—
42	30	24	17	12	9	6	4
49	24	20	14	12	9	6	4
54	20	19	12	10	6	5	3
60	20	19	12	9	7	5	3
64	19	14	12	9	6	5	3
76	15	12	10	8	6	4	3
89	12	11	8	6	6	4	3
108	9	8	6	6	5	4	3
114	9	8	6	6	5	3	2
133	10	9	7	6	4	3	2
159	8	8	6	5	4	2	2
168	7	7	5	4	3	2	2
219	6	5	4	3	3	2	1
Délka pouzdra (mm)	1000						

Nestandardní a v tabulce neuvedené rozměry po dohodě s ROCKWOOL, a. s.

Obrázek 5.14 Technický list navržené tepelné izolace PIPO ALS [62]

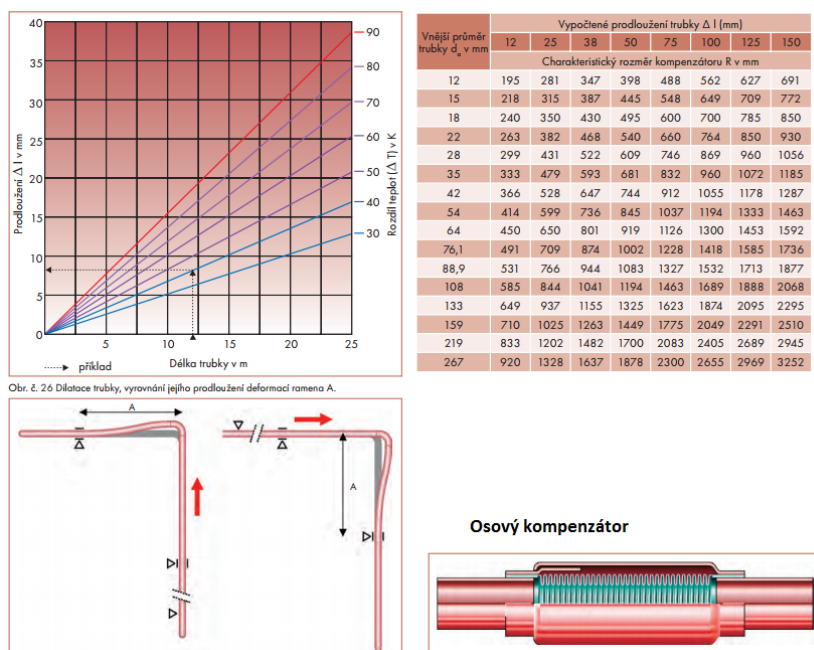
5.9 Upevnění potrubí

Trasa vedení potrubních rozvodů je patrná z výkresové dokumentace – hlavní horizontální rozvody budou vedeny převážně viditelně na stěně nebo pod stropem. Stoupací potrubí bude vedeno převážně v drážkách ve zdivu případně na stěně. Bude využito stávajících drážek po bouraných rozvodech, v potřebných místech se vytvoří nové. Potrubí od stoupacího vedení k jednotlivým otopným tělesům bude vedeno v soklové liště podél stěny. Potrubí se ke stavební konstrukci připevní ocelovými úchytkami s izolační vložkou a závěsy. Na všech připevňovacích bodech je nutné oddělit potrubí pomocí zvukově-izolačních vložek od stavebního tělesa a tím zabránit šíření hluku. Dále je nutné dodržet maximální vzdálenost mezi připevněním:

Vnější průměr d_v [mm]	12	15	18	22	28	35	42	54	64	76,1	88,9	108	133	159
Vzdálenost přichycení [m]	1,25	1,25	1,50	2,00	2,25	2,75	3,00	3,50	4,00	4,25	4,75	5,00	5,00	5,00

Tabulka 5.17 Směrné hodnoty pro vzdálenosti připevnění (úchytek) měděných trubek vedoucích vodu [63]

Teplotní roztažnost potrubního vedení bude řešena změnou směru vedení. Tam, kde tento způsob řešení nelze použít, budou osazeny osově kompenzátory.



6 VYBAVENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI

6.1 Návrh zdroje tepla

Objekt bude vytápěn pomocí plynových kondenzačních kotlů. Vstupní údaje pro návrh zdroje tepla:

- Tepelné ztráty objektu: $Q_{VTP} = 152,98 \text{ kW}$,
- Potřeba tepla pro přípravu teplé vody: $Q_{TV} = 54,25 \text{ kW}$,
- Potřeba tepla pro vzduchotechniku: $Q_{VZT} = 62,22 \text{ kW}$.

Požadovaný výkon zdroje:

$$\begin{aligned}
 Q_{PRIP1} &= 0,7 \cdot Q_{VTP} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV} \\
 &= 0,7 \cdot 152,98 + 0,7 \cdot 62,22 + 54,25 \\
 Q_{PRIP1} &= 204,89 [\text{kW}]
 \end{aligned}
 \tag{1.71}$$

$$Q_{PRIP2} = Q_{VTP} + Q_{VZT} = 152,98 + 62,22 = 215,20 [\text{kW}]
 \tag{1.72}$$

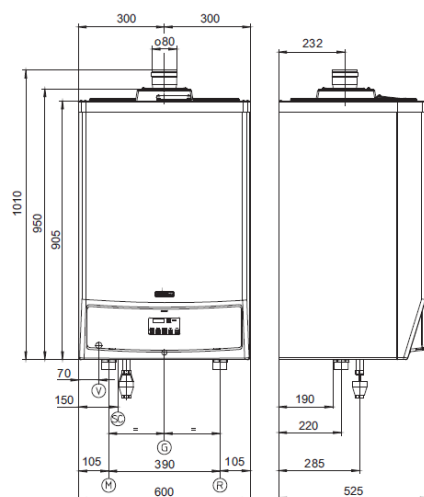
$$\begin{aligned}
 Q_{PRIP} &= \max\{Q_{PRIP1}; Q_{PRIP2}\} = \max\{204,89; 215,20\} \\
 Q_{PRIP} &= 215,20 [\text{kW}]
 \end{aligned}
 \tag{1.73}$$

Návrh zdroje tepla: **3x plynový kondenzační kotel VICTRIX 75** v kaskádovém zapojení. Jedná se o nástěnný plynový kondenzační kotel s otevřenou spalovací komorou a nuceným odvodem spalin. Každý kotel má tepelný výkon 72,6 – 18,1 kW (hodnoty pro 80/60 °C) s plynulou modulací, všechny tři kotle budou zapojeny do jedné kaskády. O řazení jednotlivých kotlů během

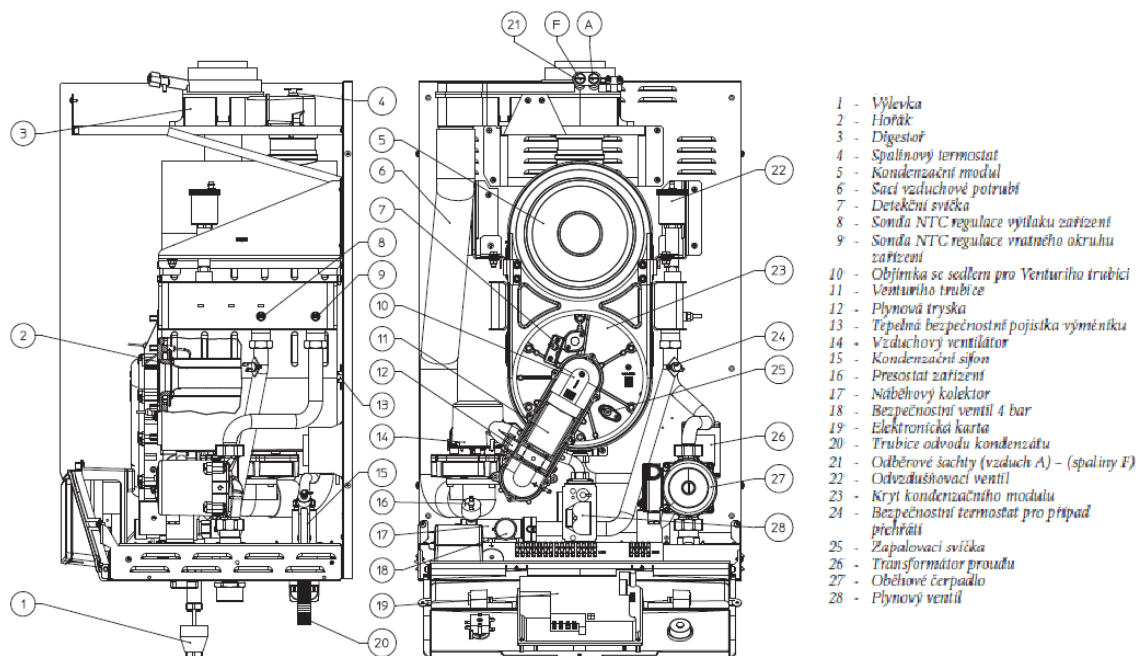
provozu bude rozhodovat termoregulační jednotka THETA. Bližší specifikace navržených plynových kondenzačních kotlů je uvedena na následujících obrázcích. Kotle budou vzájemně propojené pomocí hydraulické propojovací sady, která je součástí dodávky kotle včetně zabezpečovací sady ISPESL. [64]

	Jednotky	VICTRIX 50	VICTRIX 75	VICTRIX 90	VICTRIX 115
Maximální tepelný příkon	kW	49,8	74,6	92,3	110,7
Minimální tepelný příkon	kW	10,4	18,5	23,0	29,4
Maximální tepelný výkon	kW	49,5	72,6	90,0	109,0
Minimální tepelný výkon	kW	10,0	18,1	22,5	29,0
Hlučnost při maximálním výkonu	dB	< 55	< 55	< 55	< 55
Účinnost při nominálním výkonu (80/60°C)	%	98,5	97,3	97,5	98,4
Účinnost při minimálním výkonu (80/60°C)	%	96,0	97,6	97,8	98,0
Účinnost při nominálním výkonu (50/30°C)	%	106,0	104,5	106,0	106,9
Účinnost při minimálním výkonu (50/30°C)	%	106,5	106,3	108,2	108,2
Účinnost při nominálním výkonu (40/30°C)	%	107,0	107,0	108,7	108,7
Účinnost při minimálním výkonu (40/30°C)	%	107,0	107,0	109,1	109,6
Kominová ztráta při zapnutém hořáku	%	1,3	2,3	1,8	1,8
Kominová ztráta při vypnutém hořáku	%	0,02	0,01	0,01	0,01
Ztráta pláštěm kotle při zapnutém hořáku	%	0,2	0,4	0,7	0,2
Ztráta pláštěm kotle při vypnutém hořáku	%	0,47	0,32	0,41	0,28
Spotřeba zemního plynu při nominálním tep. výkonu	m ³ /h	5,37	7,90	9,77	11,72
Teplota spalin při nominálním tepelném příkonu	°C	47	62	52	52
Teplota spalin při minimálním tepelném příkonu	°C	41	48	49	45
Hmotnostní tok spalin při nominálním příkonu	kg/h	81	120	148	175
Hmotnostní tok spalin při minimálním příkonu	kg/h	17	31	38	49
CO ₂ při nominálním tepelném příkonu	%	9,3	9,2	9,3	9,45
CO ₂ při minimálním tepelném příkonu	%	9,2	8,9	9,1	8,95
CO při nominálním tepelném příkonu při 0% O ₂	ppm	130	170	180	175
CO při minimálním tepelném příkonu při 0% O ₂	ppm	5	7	10	8
NO _x při nominálním tepelném příkonu při 0% O ₂	mg/kWh	69	53	37	49
NO _x při minimálním tepelném příkonu při 0% O ₂	mg/kWh	28	28	14	20
Průměrná koncentrace CO	mg/kWh	37,6	43,0	20,0	19,0
Průměrná koncentrace NO _x	mg/kWh	38,5	40,0	23,3	28,0
Třída NO _x	-	5	5	5	5
Rozsah kotlového termostatu	°C	20-85	20-85	25-85	25-85
Maximální teplota vytápění	°C	90	90	90	90
Maximální provozní tlak	bar	4,4	4,4	4,4	4,4
Využitelná výlačná křivka čerpadla (1 000 l/h)	kPa	55,4	65,5	87,7	92,18
Rozměry					
výška	mm	950	950	1010	1010
šířka	mm	600	600	600	600
hloubka	mm	525	525	610	610
Elektrické připojení	V/Hz	230/50	230/50	230/50	230/50
Nominální odběr proudu	A	0,85	1,26	1,69	1,80
Instalovaný elektrický příkon	W	180	270	370	390
Elektrický příkon ventilátoru	W	59	72	102	117
Elektrický příkon čerpadla	W	115	168	238	242
Stupeň elektrického krytí		IPX5D	IPX5D	IPX5D	IPX5D
Objem vody v kotli	l	3,7	4,0	10,1	11,7
Hmotnost kotle naplněného vodou	kg	66	72	107	117,2

Tabulka 6.1 Technická specifikace navržených plynových kondenzačních kotlů [64]



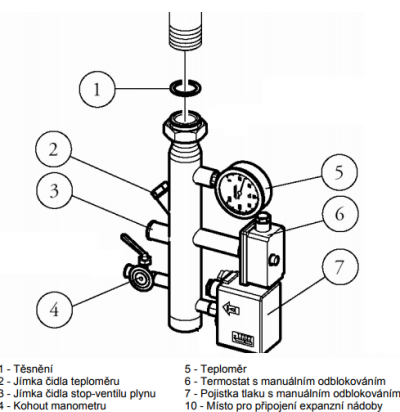
Obrázek 6.1 Rozměry navržených plynových kondenzačních kotlů [64]



Obrázek 6.2 Skladba navržených plynových kondenzačních kotlů [64]



Obrázek 6.3 Hydraulická propojovací sada kotlů [64]



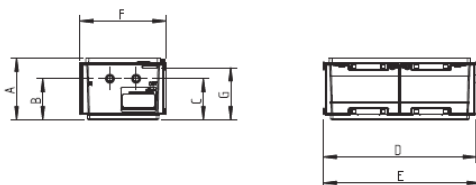
Obrázek 6.4 Zabezpečovací sada ISPEL [64]

Odvod kondenzátu

Při provozu plynových kondenzačních kotlů bude vznikat kondenzát, ten bude odveden do kanalizace. Před vypuštěním do kanalizace bude zneutralizován v neutralizačním pomocí neutralizačního zařízení. Návrh: **neutralizační box Brilon Neutra N 70**. Jedná se o neutralizační zařízení pro odvod kondenzátu (pro kondenzační kotle do výkonu 500 kW) do níže položeného odpadního potrubí včetně neutralizačního granulátu. [65]

Neutralizační box NEUTRA		N 14	N 70	N 210
Jmenovitý výkon	I/hod.	14	70	210
Připojky	DN	20	20	20/25
Množství kondenzátu při normálním provozu	mm		120	90
A - celková výška	mm		165	185
B - osa přítoku	mm		110	80
C - osa odtoku	mm		110	80
D - délka bez hadic	mm		410	600
E - celková délka	mm		421	680
F - šířka	mm		230	400
G - Přepadová výška (d. spodní otvor)	mm		140	-
Provozní hmotnost	kg	12	15	45
Přepravní hmotnost	kg	7	12	33
Teplota okolí	°C	5 – 60	5 – 60	5 – 60

N 14, N70



Obrázek 6.5 neutralizační box Brilon Neutra N 70 [65]

6.2 Zatřídění kotelny, požadavky

Zatřídění typu kotelny bude provedeno dle ČSN 07 0703. [9] Pro účely této normy jsou kotelny s kotli na plyná paliva rozděleny do tří kategorií, a to podle jmenovitých tepelných výkonů kotlů:

- kotelny III. kategorie - kotelny se jmenovitým tepelným výkonem jednoho kotle od 50 kW do součtu jmenovitých tepelných výkonů kotlů 0,5 MW včetně a kotelny se součtem jmenovitých tepelných výkonů kotlů větším než 100 kW, i když ani jeden z nich nedosahuje

jmenovitého tepelného výkonu 50 kW, do součtu jmenovitých tepelných výkonů kotlů 0,5 MW včetně,

- kotelny II. kategorie - kotelny se součtem jmenovitých výkonů kotlů nad 0,5 MW do 3,5 MW včetně,
- kotelny I. kategorie - kotelny se součtem jmenovitých tepelných výkonů kotlů nad 3,5 MW. [9]

Dle ČSN 07 0703 se pro navržené zdroje tepla (3x72,6 kW) bude jednat o plynovou kotelnu **III. kategorie**.

Základní požadavky plynové kotelny III. kategorie:

- Kotelna III. kategorie může být umístěna ve vyhrazeném prostoru nebo v samostatné místnosti stavby
- V zimním období se připouští minimální teplota v prostorech kotelny = 7 °C
- V letním období se připouští minimální teplota v prostorech kotelny = 35 °C
- Prostor kotelny musí být účinně větrán za všech provozních režimů. Do prostorů, ve kterých jsou umístěny kotle, musí být zajištěn dostatečný přívod vzduchu potřebný pro spalování popř. k vyrovnání komínového tahu a pro požadovanou výměnu vzduchu. Způsob větrání nesmí negativně ovlivnit funkci hořáků a odvádění spalin.
- v kotelnách musí být zajištěn patřičný průtok větracího vzduchu s minimální intenzitou větrání 0,5 1/h. [9], [15]

6.3 Návrh větrání kotelny

Vstupní údaje pro posouzení a návrh:

Vstupní údaje			
Veličina	Značka	Hodnota	Jednotka
Návrhová teplota interiéru	t_i	15	[°C]
Návrhová venkovní teplota v zimě	$t_{e,z}$	-15	[°C]
Návrhová venkovní teplota v létě	$t_{e,l}$	30	[°C]
Podlahová plocha technické místnosti	A_p	36,01	[m ²]
Objem místnosti	V_{TZ}	107,49	[m ³]
Celková plocha oken	A_o	3,6	[m ²]
Celkový instalovaný výkon zdrojů tepla - zimní provoz	Q_z	217,8	[kW]
Tepelný výkon pro letní provoz	Q_l	53,88	[kW]
Maximální objemová koncentrace CO ₂ ve spalinách zemního plynu	$f_{co2,max}$	12	[%]
Objemová koncentrace CO ₂ ve spalinách, uváděná v podkladech spotřebiče	f_{co2}	9,2	[%]
Výhřevnost paliva	H	35	[MJ/m ³]
Účinnost při nominálním výkonu	η	97	[%]
Účinná výška komína	h	14	[m]
Součinitel b pro stanovení orientačního profilu komínu (zemní plyn)	b	1800	[-]

Tabulka 6.2 Tabulka vstupních údajů pro návrh větrání kotelny

6.3.1 Výpočet potřebných průtoků vzduchu

- Součinitel přebytku vzduchu:

$$\lambda = \frac{f_{\text{CO}_2, \text{max}}}{f_{\text{CO}_2}} \quad [-] \quad (1.74)$$

- Teoretický objem spalovacího vzduchu:

$$V_{\text{min}} = 0,260 \cdot H - 0,25 \quad [\text{m}^3/\text{m}^3] \quad (1.75)$$

- Skutečný objem spalovacího vzduchu:

$$V_{\text{skut}} = \lambda \cdot V_{\text{min}} \quad [\text{m}^3/\text{m}^3] \quad (1.76)$$

Výpočet potřebných průtoků vzduchu			
Veličina	Značka	Hodnota	Jednotka
Součinitel přebytku vzduchu	λ	1,304	[-]
Teoretický objem spalovacího vzduchu	V_{min}	8,85	$[\text{m}^3/\text{m}^3]$
Skutečný objem spalovacího vzduchu	V_{skut}	11,54	$[\text{m}^3/\text{m}^3]$

Tabulka 6.3 Tabulka výsledků potřebných průtoků vzduchu

6.3.2 Výpočet potřebné výměny vzduchu v technické místnosti

- Potřeba paliva v zimním období:

$$P_Z = \frac{Q_Z}{H \cdot \eta} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (1.77)$$

- Potřeba paliva v letním období:

$$P_Z = \frac{Q_L}{H \cdot \eta} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (1.78)$$

- Průtok spalovacího vzduchu v zimním období:

$$V_{\text{sp,Z}} = V_{\text{sk}} \cdot P_Z \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (1.79)$$

- Průtok spalovacího vzduchu v letním období:

$$V_{\text{sp,L}} = V_{\text{sk}} \cdot P_L \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (1.80)$$

- Průtok vzduchu pro větrání z minimální intenzity výměny vzduchu:

$$V_{\text{sp,n}} = n \cdot V_{\text{TZ}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (1.81)$$

V případě, že průtok vzduchu z minimální intenzity výměny vzduchu je menší než průtok spalovacího vzduchu, je nutné uvažovat větší výměnu vzduchu:

- Potřebná minimální výměna vzduchu pro zimní období:

$$n_Z = \frac{V_{sp,Z}}{V_{TZ}} \quad [h^{-1}] \quad (1.82)$$

- Potřebná minimální výměna vzduchu pro letní období:

$$n_L = \frac{V_{sp,L}}{V_{TZ}} \quad [h^{-1}] \quad (1.83)$$

Význam jednotlivých veličin a jejich rozměr je uveden v následujících tabulkách.

Výpočet potřebné výměny vzduchu v technické místnosti			
Veličina	Značka	Hodnota	Jednotka
Potřeba paliva v zimním období	P_Z	0,006	$[m^3/s]$
Potřeba paliva v letním období	P_L	0,002	$[m^3/s]$
Průtok spalovacího vzduchu v zimním období	$V_{sp,Z}$	266,6	$[m^3/h]$
Průtok spalovacího vzduchu v letním období	$V_{sp,L}$	66,0	$[m^3/h]$
Průtok vzduchu pro větrání z minimální intenzity výměny vzduchu	$V_{sp,n}$	53,7	$[m^3/h]$
Minimální výměna vzduchu $n=0,5 [h^{-1}]$ je nevyhovující - nutná úprava			
Potřebná minimální výměna vzduchu pro zimní období	n_Z	2,48	$[h^{-1}]$
Potřebná minimální výměna vzduchu pro letní období	n_L	0,61	$[h^{-1}]$

Tabulka 6.4 Tabulka výsledků potřebné výměny vzduchu v technické místnosti

6.3.3 Návrh větracích otvorů

- Potřebná plocha otvoru s protidešťovou žaluzií pro přívod vzduchu:

$$S_{přívod} = \frac{V_{sp,Z}}{v_{zvolená}} \quad [m^2] \quad (1.84)$$

- Potřebná plocha otvoru s protidešťovou žaluzií pro odvod vzduchu (odstávka):

$$S_{odvod} = \frac{V_{sp,n}}{v_{zvolená}} \quad [m^2] \quad (1.85)$$

Návrh větracích otvorů			
Veličina	Značka	Hodnota	Jednotka
Zvolená rychlost proudění vzduchu otvorem	$v_{zvolená}$	1,5	$[m/s]$
Potřebná plocha otvoru s protidešťovou žaluzií pro přívod vzduchu	$S_{přívod}$	0,049	$[m^2]$
Návrh: Protidešťová žaluzie PZAL 315x315- volná průřezová plocha:	$A_{v,přívod}$	0,060	$[m^2]$
Potřebná plocha otvoru s protidešťovou žaluzií pro odvod vzduchu	S_{odvod}	0,010	$[m^2]$
Návrh: Protidešťová žaluzie PZAL 200x200- volná průřezová plocha:	$A_{v,odvod}$	0,020	$[m^2]$

Obrázek 6.6 Tabulka výsledků návrhu větracích otvorů

H \ L (mm)		PZAL										
		Volná plocha A_v (m ²) a hmotnost M (kg)										
		200	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710
200	M	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,60	1,70	1,90
	A_v	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
250	M	0,80	1,00	1,00	1,10	1,20	1,40	1,50	1,60	1,80	2,00	2,20
	A_v	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12
280	M	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,50	1,60	1,70	1,90	2,10	2,30
	A_v	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,14
315	M	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,60	1,70	1,90	2,10	2,30	2,50
	A_v	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16



Tabulka 6.5 Navržené protidešťové žaluzie [44]

6.3.4 Tepelná bilance technické místnosti

Tepelná bilance technické místnosti v zimě

- Tepelné zisky ze zdrojů tepla a rozvodů:

$$Q_{\text{kot},Z} = P_{\text{kot},Z} \cdot Q_Z \quad [\text{kW}] \quad (1.86)$$

- Měrná tepelná ztráta technické místnosti větráním - spalovací vzduch:

$$H_{v,Z} = 0,34 \cdot V_{\text{sp},Z} \quad [\text{W/K}] \quad (1.87)$$

- Teplota vzduchu v technické místnosti při návrhových podmínkách:

$$t_{i,Z} = t_{e,Z} + \frac{Q_Z}{H_T + H_{v,Z}} \quad [\text{W/K}] \quad (1.88)$$

- Potřebný výkon otopného tělesa (pro zajištění požadované teploty 15 °C)

$$Q_{\text{ot}} = (H_T + H_{v,Z}) \cdot (t_i - t_{i,Z}) \quad [\text{W}] \quad (1.89)$$

Tepelná bilance technické místnosti v létě

- Tepelná zisky ze zdrojů tepla a rozvodů:

$$Q_{\text{kot},L} = P_{\text{kot},L} \cdot Q_L \quad [\text{kW}] \quad (1.90)$$

- Měrná tepelná ztráta technické místnosti větráním - spalovací vzduch:

$$H_{v,L} = 0,34 \cdot V_{\text{sp},L} \quad [\text{W/K}] \quad (1.91)$$

- Teplota vzduchu v technické místnosti při návrhových podmínkách:

$$t_{i,L} = t_{e,L} + \frac{Q_Z}{H_T + H_{v,L}} \quad [W/K] \quad (1.92)$$

V případě, že teplota v místnosti bude vyšší než dovolená (35 °C):

- Potřebný průtok vzduchu k dosažení maximální teploty (odvod tepelné zátěže):

$$V_L = \frac{Q_L}{0,34 \cdot (35 - t_{e,L})} \quad [m^3/h] \quad (1.93)$$

- Potřebná intenzita výměny vzduchu k dosažení maximální teploty:

$$n_Z = \frac{V_L}{V_{TZ}} \quad [h^{-1}] \quad (1.94)$$

- Skutečná rychlost ve větracích otvorech:

$$v_{skut,ven} = (V_L - V_{sp,L}) / (A_{v,přívod} + A_{v,odvod}) \quad [m/s] \quad (1.95)$$

Tepelná bilance technické místnosti			
Veličina	Značka	Hodnota	Jednotka
Procentuální tepelná produkce kotlů a potrubí z instalovaného příkonu - zima	$P_{kot,Z}$	1,0	[%]
Procentuální tepelná produkce kotlů a potrubí z instalovaného příkonu - léto	$P_{kot,L}$	1,5	[%]
Měrná tepelná ztráta technické místnosti prostupem	H_T	28,7	[W/K]
Zimní období			
Tepelná zisky ze zdrojů tepla a rozvodů	$Q_{kot,Z}$	2,18	[kW]
Měrná tepelná ztráta technické místnosti větráním - spalovací vzduch	$H_{v,Z}$	90,6	[W/K]
Teplota vzduchu v technické místnosti při návrhových podmínkách	$t_{i,Z}$	3,3	[°C]
Nevyhoví na min. teplotu 7 [°C] - nutné vytápět pomocí otopného tělesa			
Potřebný výkon otopného tělesa (pro zajištění požadované teploty 15 °C)	Q_{ot}	1401	[W]
Letní období			
Tepelná zisky ze zdrojů tepla a rozvodů	$Q_{kot,L}$	0,808	[kW]
Měrné tepelné zisky okny (orientace severovýchod)	I	70	[W/m²]
Tepelné zisky oken	Q_{okno}	252	[W]
Měrná tepelná ztráta technické místnosti větráním - spalovací vzduch	$H_{v,L}$	22,4	[W/K]
Teplota vzduchu v technické místnosti při návrhových podmínkách	$t_{i,L}$	50,8	[°C]
Nevyhoví na max. teplotu 35 [°C] - nutné odvádět zátěž větráním			
Potřebný průtok vzduchu k dosažení maximální teploty	V_L	624	[m³/h]
Potřebná intenzita výměny vzduchu k dosažení maximální teploty	$n_{L,pot}$	5,80	[h⁻¹]
Návrh axiálního ventilátoru: Vents OVK 2E 200			
Skutečná rychlost ve větracích otvorech	$v_{skut,ven}$	1,936	[m/s]
Vyhoví na max. rychlost proudění 2,5 [m/s]			

Tabulka 6.6 Tabulka výsledků tepelné bilance technické místnosti



Provedení: dvouotáčkový motor, s kuličkovým ložiskem
 Průměr napojení: 200 mm
 Průtok: 860 m³/h
 Napětí: 230 V
 Příkon: 55 W
 Proud (Imax): 0,26 A
 Materiál: ocel s polymericou vrstvou
 Druh krytí (IP): X4
 Provozní teplota: max. 60°C
 Hlučnost: 50 dB(A)

Obrázek 6.7 Navržený nástěnný axiální ventilátor [68]

Technická místnost se nachází v suterénu a je z části zapuštěná do terénu. Přívodní otvor tak bude umístěn v úrovni oken v blízkosti stropu. Přívod vzduchu nad podlahu zajistí vzducho-technické potrubí viz. výkresová dokumentace.

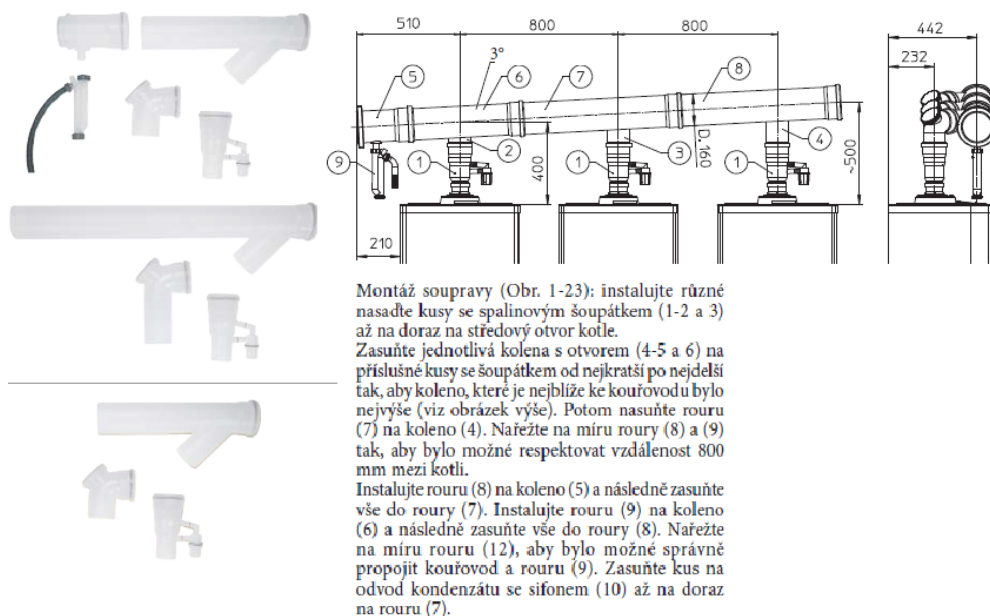
6.3.5 Orientační návrh komínového průduchu a průtok spalin

Dle požadavků výrobce navržených plynových kondenzačních kotlů byl navržen komínový průduch o vnitřním průměru 230 mm: **třívrstvý nerezový komínový systém Schiedel ISC 25.**

kónické vyústění	Zatřídění:	T450 N1 D V3-L50050 G50
		T450 N1 W v2-L50050 O50
běžná komínová vložka	Provoz:	T200 P1 W V2-L50050 O25
		Podtlak / Přetlak – V provedení ICS 5000 vysokopřetlak
spona	Paliva:	Olej, Plyn, Pevná paliva
	Provozní teplota:	do 450 °C
napojení kouřovodu 90° s redukcí	Vnitřní vložka:	Ocel: 1.4404 / Tloušťka 0,6 mm / alt. 1,0 mm
	Vnější plášť:	Ocel: 1.4301 / Tloušťka 0,5 mm – 0,7 mm / leštěná
komínová dvířka	Tepelná izolace:	Minerální 25 / 50 mm
	Tepelný odpor:	R37 m²K/W (25 mm) / R56 m²K/W (50 mm)
dno s odvodem kondenzátu	Rozměry a hmotnosti	
	ICS 25	
	Vnitřní Ø	Vnější Ø
	230	282,2

Obrázek 6.8 Navržený třívrstvý nerezový komínový systém [69]

Komínové těleso odvádějící spaliny nad střechu budovy bude vedeno v exteriéru min. 1,5 m nad nejvyšší bod střechy. Trasa vedení je navržena v pozici původního komínu. Spalinové potrubí uvnitř technické místnosti bude tvořit kotlová sestava pro odkouření třech kotlů v kaskádě – součástí dodávky zdrojů tepla. Pro navržené zdroje tepla výrobce dodává kouřovody průměru 160 mm, včetně spojek, těsnění, redukcí, kolen, spalinových klapek, měřicího otvoru a sifonu.



Obrázek 6.9 Odvod spalin od zdrojů tepla [64]

7 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH A EXPANZNÍCH ZAŘÍZENÍ

Pro vyrovnávání objemových změn topné vody v otopné soustavě, které mohou nastat vlivem vychýlení její teploty a pro udržení potřebného přetlaku bude navržena tlaková expanzní nádoba. Proti překročení maximálního dovoleného přetlaku v otopné soustavě budou navrženy pojistný ventil, který automaticky odvede svým otevřením topnou vodu ze soustavy a zajistí tím pokles tlaku. Navržené plynové kondenzační kotle jsou vybaveny pojistným ventilem. Dále bude navržen pojistný ventil na expanzním potrubí, který bude kotlové pojistné ventily doplňovat (např. pro případ, že by byly prováděny topné zkoušky před dodávkou zdroje tepla, nebo při poruše kotlových pojistných ventilů).

Návrh zabezpečovacích zařízení bude proveden dle ČSN 06 0830. [8]

Vstupní údaje pro návrh:

Prvek otopné soustavy	Nejvyšší přetlak [MPa]	Nejnižší přetlak [MPa]	Objem vody [m ³]
Otopné plochy	1	-	1,549
Potrubí	6	-	0,697
Vyvažovací ventil	2	-	-
Směšovací ventil	1	-	-
Dvoucestný regulační ventil	2	-	-
Akulační nádoba teplé vody	1,0/1,2	-	0,800
3xKotel + potrubí	0,44	-	0,011
HDVT	0,6	-	0,001
Ohřivače VZT	1	-	0,050
R+S	0,6	-	0,080
		Suma:	3,188

Tabulka 7.1 Přehled prvků v otopné soustavě pro návrh zabezpečovacích zařízení

Další vstupní údaje:

• Maximální teplota otopné vody:	$t_{w1,max} = 70 [^{\circ}\text{C}]$
• Hustota vody při $t_{w1,max}$:	$\rho = 977,9 [\text{kgm}^{-3}]$
• Součinitel zvětšení objemu:	$n = 0,02243 [-]$
• Výška otopné soustavy:	$h_{os} = 14,5 [\text{m}]$
• Celkový objem vody v otopné soustavě	$V_{os} = 3,188 [\text{m}^3]$
• Nejmenší možný dovolený konstrukční přetlak	$p_k = 40 [\text{kPa}]$
• Výška manometrické roviny	$h_{mr} = 1,5 [\text{m}]$

7.1 Návrh pojistných ventilů

Otopná soustava bude vybavena pojistným ventilem osazeným na expanzním potrubí. Dále bude pojistný ventil osazený na přívodní potrubí studené vody. Zdroje tepla (navržené plynové kondenzační kotle) jsou vybaveny integrovanými pojistnými ventily – bezpečnostní ventil – 4 bar. Hodnoty veličin, které jsou potřebné ke správnému návrhu pojistných ventilů pro uvažovanou otopnou soustavu, byly vypočítány pomocí následujících rovnic.

Maximální dovolený přetlak vztažený k manometrické rovině:

$$p_{h,dov} = p_k - (h_{mr} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) \quad [\text{kPa}] \quad (1.96)$$

Nejnižší dovolený provozní přetlak:

$$p_{d,dov} = 1,1 \cdot (h_{os} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) + \Delta p_z \quad [\text{kPa}] \quad (1.97)$$

Nejnižší provozní přetlak:

$$p_d \geq p_{d,dov} \quad (1.98)$$

Průřez sedla pojistného ventilu:

$$S_o = \frac{Q}{a_v \cdot K} = [\text{mm}^2] \quad (1.99)$$

Ideální průměr sedla pojistného ventilu:

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{A_o}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}} = [\text{mm}] \quad (1.100)$$

Průměr sedla skutečného ventilu:

$$d_o = a \cdot d_i = [\text{mm}] \quad (1.101)$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = [\text{mm}] \quad (1.102)$$

7.1.1 Návrh pojistného ventilu na expanzním potrubí

- Jmenovitý výkon: $Q_p = 217,8 [\text{kW}]$
- Výtokový součinitel pojistného ventilu $a_v = 0,693 [-]$ (dle výrobce)
- Součinitel zvětšení sedla $a = 1,21$

Nejmenší maximální konstrukční přetlak $P_k =$		440 [kPa]
Maximální dovolený přetlak = otevírací přetlak		
vztažený k manometrické rovině	$p_{hdov} = p_{ot} =$	425,6 [kPa]
NÁVRH:	$p_{hdov} = p_{ot} =$	400,0 [kPa]
Konstanta tlaku syté páry $K =$		1,44 [kW/mm ²]
Nejnižší dovolený přetlak $p_{ddov} \geq$		193,9 [kPa]
Nejnižší provozní přetlak $p_d \geq p_{ddov}$, NÁVRH: $p_d =$		200,0 [kPa]
Průřez sedla pojistného ventilu $S_o =$		218,3 [mm ²]
Ideální průměr sedla pojistného ventilu $d_i =$		16,67 [mm]
Průměr sedla skutečného ventilu $d_o =$		20,17 [mm]
Vnitřní průměr pojistného potrubí $d_p =$		35,66 [mm]
NÁVRH: Pojistné potrubí		DN 32

Tabulka 7.2 Návrh pojistného ventilu na expanzním potrubí

Návrh: **MEIBES Duco 11/4" × 11/2"** – DN 32, otevírací přetlak 400 [kPa] (při návrhu rozhoduje vstupní pojistné potrubí).

7.1.2 Návrh pojistného ventilu pro zásobníkového ohříváče teplé vody

Podle normy ČSN 06 8030 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení [8] bude navržen pojistný ventil DN 20 na straně přívodu studené vody. Přesný návrh a podrobnou specifikaci určí profese ZTI.

Jmenovité průměry (světlosti) pojistného ventilu DN	Objem ohříváče l
15	do 250
20	do 1 000
25	do 4 000
32	do 8 000
40	do 10 000

Tabulka 7.3 Stanovení jmenovitého průměru pojistného ventilu na přívodu studené vody k ohříváči [8]

Návrh: **MEIBES Duco 3/4" × 3/4"** – DN 20

Dle normy ČSN 06 8030 [8] není nutné osadit pojistný ventil na straně výstupu teplé vody.

Tabulka technických údajů

Typové označení	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průřechný průřez [mm²]	Zaručený výtokový součinitel α_w [-]	Otevírací tlak p_o [kPa] Při p_o do 300 kPa tolerance ± 10 % Při p_o nad 300 kPa tolerance ± 30 kPa
Pro topení:				
1/2" x 1/2"	15	177	0,540	200; 250; 300; 600; 800
1/2" x 3/4"	15	177	0,540	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
3/4" x 3/4"	20	177	0,580	200; 250; 300; 600; 800
3/4" x 1"	20	177	0,580	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1" x 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1 1/4" x 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
Pro zásobníky TV				
Cu 15 / 1/2"	15	177	0,540	600; 800; 1000
Cu 22	20	177	0,580	600; 800; 1000
1"	20	177	0,580	600; 800; 1000

Pojistné ventily jsou určeny pro teplovodní uzavřené otopné systémy a ohřivače TV

	Ventily pro topení	Ventily pro systémy TV	Ventily pro zásobníky
Tlak při plném otevření p_{max} :	1,2 p_o	1,1 p_o , avšak minimálně $p_o + 60$ kPa	1,1 p_o , avšak minimálně $p_o + 60$ kPa
Materiál tělesa:	mosaz/šedá litina	mosaz	mosaz
Těsnění kuželky:	silikonová pryž	silikonová pryž	silikonová pryž
Materiál membrány:	EPDM - pryž	EPDM - Pryž	EPDM - Pryž
Maximální pracovní teplota:	-10 °C / +120° C	0 °C / +95° C	0 °C / +90° C
Jmenovitý tlak PN:	1600 kPa/1000kPa	1600 kPa/1000 kPa	1600 kPa/1000 kPa

Tabulka 7.4 Technické údaje navržených pojistných ventilů [82]

7.1.3 Návrh expanzní nádoby

Návrh expanzní nádoby byl proveden podle těchto vztahů:

Expanzní objem:

$$V_e = 1,3 \cdot V_{os} \cdot n \quad [m^3] \quad (1.103)$$

Předběžný objem expanzní nádoby:

$$V_{cp} = V_e \cdot \frac{p_{h,dov} + 100}{p_{hdov} - p_d} \quad [m^3] \quad (1.104)$$

Vnitřní průměr expanzního potrubí:

$$d_{p,en} = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} \quad [mm] \quad (1.105)$$

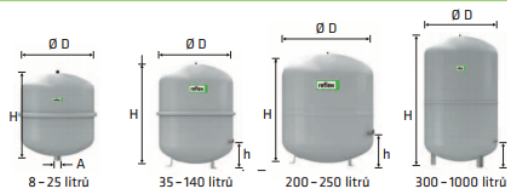
Expanzní objem	$V_e =$	0,093 [m³]
Předběžný objem EN	$V_{cp} =$	0,232 [m³]
Vnitřní průměr expanzního potrubí $d_{p,en}$	$=$	18,855 [mm]
NÁVRH:	V=	250 [l]
	DN	20

Tabulka 7.5 Návrh expanzní nádoby

Návrh: **REFLEX NG 250/6** – expanzní tlaková nádoba o objemu 250 l, průměru 643 mm a výšky 888 mm. Podrobnější informace jsou uvedeny na obrázku č. 7.1.

Reflex NG, N

- pro uzavřené soustavy topení a chlazení
- závitové připojení
- od 35 litrů stoupaté provedení
- membrána podle DIN EN 13831
- přípustná teplota 70 °C
- koncentrace glykolu max 30 %
- schválení podle směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EG



6 bar	Typ *	Obj. číslo	Počet	Hmotnost	Ø D	H	h	A	Přetlak plynu
	6 bar / 120 °C	šedá	na paletě	(kg)	(mm)	(mm)	(mm)		(bar)
	NG 8/6	8230100 7230107	96	1,6	206	285	-	R ¾	1,5
	NG 12/6	8240100 7240107	72	2,4	280	275	-	R ¾	1,5
	NG 18/6	8250100 7250107	56	3,4	280	345	-	R ¾	1,5
	NG 25/6	8260100 7260107	42	4,2	280	465	-	R ¾	1,5
	NG 35/6	8270100 7270107	24	4,8	354	460	130	R ¾	1,5
	NG 50/6	8001011 7001100	24	5,7	409	493	175	R ¾	1,5
	NG 80/6	8001211 7001300	12	8,7	480	565	175	R 1	1,5
	NG 100/6	8001411 7001500	10	11,4	480	670	175	R 1	1,5
	NG 140/6	8001611 7001700	6	13,1	480	912	175	R 1	1,5
	N 200/6	8213300 -	4	22,0	634	758	205	R 1	1,5
	N 250/6	8214300 -	4	24,7	634	888	205	R 1	1,5
	N 300/6	8215300 -	-	27,0	634	1092	235	R 1	1,5
	N 400/6	8218000 -	-	47,0	740	1102	245	R 1	1,5
	N 500/6	8218300 -	-	52,0	740	1321	245	R 1	1,5
	N 600/6	8218400 -	-	66,0	740	1531	245	R 1	1,5
	N 800/6	8218500 -	-	96,0	740	1996	245	R 1	1,5
	N 1000/6	8218600 -	-	118,0	740	2406	245	R 1	1,5

* pro soustavy s maximální teplotou výstupní větve 120 °C

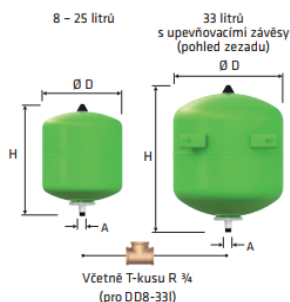
Obrázek 7.1 Specifikace navržené expanzní nádoby [71]

Dále bude navržena expanzní nádoba pro zásobníkový ohřívač teplé vody osazena na pří-
vodním potrubí studené vody (před pojistný ventil). Expanzní nádoba bude chránit zásobník před
deformacemi v průběhu ohřevu a také zamezí únikům vody z pojistného ventilu. Objem ex-
panzní nádoby bude zjednodušeně určen jako cca 4% z celkového objemu zásobníku. Konkrétně
se tedy jedná o požadovaný objem $800 \cdot 0,04 = 32$ l.

Návrh: **REFLEX DD 33/10** – expanzní tlaková nádoba o objemu 33 l, průměru 354 mm a
výšky 468 mm, která má atest na pitnou vodu. Podrobnější informace jsou uvedeny na následu-
jícím obrázku.

Refix DD

- pro pitnou vodu, zvyšování tlaku a soustavy ohřevu vody podle DIN 1988, připojení v nerez
- průtočná s high-flow armaturou
- membrána podle DIN EN 13831, DIN 4807 T5, KTW-C a W 270
- konstruováno podle DIN 4807 T5, DIN DVGW reg. číslo NW-0411AT2534
- schváleno podle směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EG
- vnitřní a vnější nátěr podle KTW-A
- kombinace s průtočnou armaturou Flowjet možná
- 33 litrů s upevňovacími úchyty
- předtlak 4 bar



10 bar	Typ *	Obj. číslo	Počet	Hmotnost	D	H	A
	10 bar / 70 °C	zelená	na paletě	(kg)	(mm)	(mm)	
	DD 2/10 ³⁾	7381500 -	288	1,0	132	269	G ¾
	DD 8/10	7308000 7307700	96	1,7	206	330	G ¾
	DD 12/10	7308200 7307800	72	2,0	280	318	G ¾
	DD 18/10	7308300 7307900	56	2,5	280	387	G ¾
	DD 25/10	7308400 7308000	42	3,3	280	507	G ¾
	DD 33/10	7380700 7380800	24	5,8	354	468	G ¾

25 bar	Typ *	Obj. číslo	Počet	Hmotnost	D	H	A
	25 bar / 70 °C	zelená	na paletě	(kg)	(mm)	(mm)	
	DD 8/25	7290200 7290300	60	3,2	206	336	G ¾

* pro soustavy s maximální teplotou výstupní větve 120 °C

Obrázek 7.2 Specifikace navržené expanzní nádoby na přívodu studené vody [72]

8 NÁVRH VYBAVENÍ PLYNOVÉ KOTELNY

8.1 Kombinovaný rozdělovač a sběrač

Otopná soustava je navržena tak, že veškerý tepelný výkon ze zdrojů tepla bude rozdělen do jednotlivých větví pomocí kombinovaného rozdělovače a sběrače. Teoretický, maximálně možný, instalovaný tepelný výkon do rozdělovače a sběrače se tak rovná součtu maximálních výkonů zdrojů tepla tzn. $Q_{R+S} = 3 \cdot 72,6 = 217,8 \text{ kW}$.

Maximální objemový průtok v rozdělovači a sběrači se stanoví jako:

$$m_{R+S} = \frac{Q_{R+S}}{c \cdot \Delta t \cdot \rho} = \frac{217,8 \cdot 10^3}{4186 \cdot 20 \cdot 980} \cdot 3600 = 9,56 \text{ [m}^3\text{h}^{-1}\text{]} \quad (1.106)$$

kde: c - je měrná tepelná kapacita vody [$\text{Jkg}^{-1}\text{s}^{-1}$]

Δt - je teplotní rozdíl přívodní a vratné větve [K]

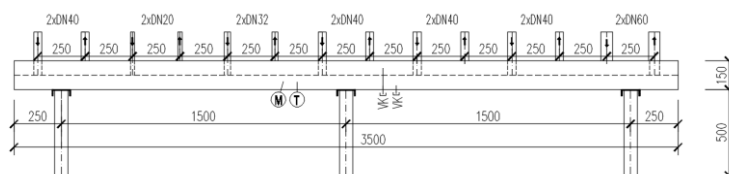
ρ - je hustota vody při střední teplotě cca 60 [°C] v [kgm^{-3}]

Na základě vypočteného průtoku by bylo možné navrhnout kombinovaný rozdělovač a sběrač RS KOMBI ETL Ekotherm modul 100 do maximálního průtoku 10,0 [m^3h^{-1}] (výrobce tuto hodnotu uvádí pod označením Q_{\max}). Jelikož výrobce tento typ omezuje maximální délkou zařízení, bude pro potřeby otopné soustavy použit kombinovaný rozdělovač a sběrač **RS KOMBI ETL Ekotherm modul 150**. Hodnota modulu vyjadřuje délku jedné strany čtverce obou komor rozdělovače a sběrače v milimetrech. Zařízení je omezeno parametry: maximální teplota topné vody je 110 [°C], maximální rychlost proudění topné vody 1,0 [ms^{-1}] a PN 0,6 [MPa]. Všechny tyto požadavky jsou splněny. Pro snížení tepelných ztrát otopného systému bude toto zařízení opatřeno tepelnou izolací. [73]

$Q_{\max} = [\text{m}^3/\text{hod}]$	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při $\Delta t=20$	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok, průřez komor S_p (m^2)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Těla všech RS KOMBI standardně PN 0,6MPa, teplota 110 °C. Maximální rychlost proudění vody v tělese je 1,0 m/s.

Tabulka 8.1 Základní údaje o navrženém kombinovaném rozdělovači a sběrači [73]



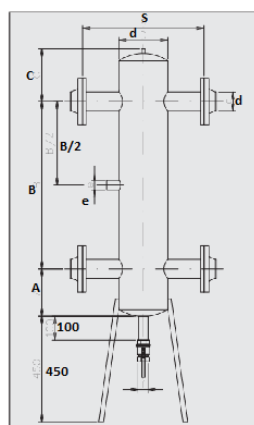
Obrázek 8.1 Základní rozměry navrženého kombinovaného rozdělovače a sběrače

8.2 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

Pro zajištění stability navrženého systému vytápění je nutné navrhnout zařízení, které hydraulicky oddělí otopnou soustavu (myšleno větve z kombinované rozdělovače a sběrače) od kotlového okruhu tak, aby nedocházelo k přenášení přebytků dynamických tlaků oběhových čerpadel kotlového okruhu do otopné soustavy. Průtok otopné vody pak nebude ovlivněn otopnou

soustavou. Pro tyto účely bude navržen tzv. hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků - HDVT podle maximálního průtoku mezi kotlovým okruhem a kombinovaným rozdělovačem a sběračem. Aby zařízení plnilo svou funkci, průtok kotlovým okruhem má být větší o 5 až 10 % než průtok otopnou soustavou. Návrhový průtok pro otopnou soustavu činí – 9,4 m³·hod⁻¹. [74]

Návrh: **ETL Ekotherm HDVT – typ III. maximální průtok – 12,0 m³·hod⁻¹**. HDVT kromě své primární funkce – zajištění stability a úpravy hydraulických poměrů v síti bude dále sloužit k odvzdušňování a zachytávání kalů. Z těchto důvodů bude vybaven odvzdušňovacím ventilem v horní části a odkalovací armaturou ve spodním dně. Rozměry navrženého HDVT jsou uvedeny na obrázku č. 74.



TYP HVDT	MAX. PRŮTOK (m ³ /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	L (mm)	S (mm)	d (mm)	e (mm)	f
24B	1,8	100	300	65	89	485	169	5/4"	-	-
63B	2,5	110	380	80	108	600	208	6/4"	-	-
1B	4,0	110	400	100	108	600	208	2"	-	-
I	4,0	100	400	100	108	1050	400	57	1"	5/4"
II	8,0	150	500	100	159	1200	400	76	1"	5/4"
III	12,0	200	700	200	219	1550	500	89	1"	5/4"
IV	20,0	200	700	200	219	1550	500	108	5/4"	5/4"
V	30,0	250	900	200	273	1800	560	133	6/4"	6/4"
VI	50,0	300	1000	200	324	1950	620	159	6/4"	6/4"
VIa	80,0	400	1300	250	424	2400	750	219	2"	6/4"
VII	100,0	450	1500	250	508	2650	800	219	2 1/2"	6/4"

* HVDT 24B, 63B a 1B nemají stojiny, jsou určeny k uchycení na zeď (součástí dodávky je nástěnná konzola) a mají vnější závit; povrchová úprava: vnější bílá barva radiátorová.

Obrázek 8.2 Rozměry navrženého HDVT [74]

8.3 Automatické doplňování a změkčování vody

Aby při nedostatku vody v otopné systému nedošlo k ovlivnění funkce expanzního zařízení, je nutné navrhnout systém, který bude automaticky doplňovat vodu podle případné potřeby. Kdyby expanzní zařízení nepracovalo správně, mohlo by dojít ke špatné cirkulaci topné vody vlivem tvorby vzduchových bublin, kavitaci na oběhových čerpadlech a v nejhorším případě by mohlo dojít až k výpadku soustavy. Doplňována topná voda bude před vstupem do otopné soustavy upravována - změkčována.

Návrh: **Reflex: Fillcontrol Plus Compact + Fillmetr + Fillsoft II + externí tlakové čidlo**. Jedná se o řešení pro topné soustavy v komerčních objektech s membránovými tlakovými expanzními nádobami. Z hlediska velikosti a složitosti lze navrženou otopnou soustavu řešeného objektu polikliniky přirovnat k běžné otopné soustavě komerčního objektu. Podrobnější specifikace jednotlivých prvků systému jsou uvedeny na následujících obrázcích. [75]

Fillcontrol Plus Compact

- kompaktní automatické doplňovací zařízení⁹⁾ použitelné pro soustavy s membránovými tlakovými expanzními nádobami v souladu s DIN 1988 a DIN EN 1717
- včetně systémového oddělovače, typ BA
- kontrolované doplňování
- výkon doplňování cca. 0,5 m³/h při $\Delta p = 1,5$ bar

Obj. číslo	6811500
Hmotnost (bez vody)	3 kg
Připojení vstup/výstup	R ½/R ½
Min. tlak na přítoku ¹⁰⁾	$p_0 + 1,3$ bar
Výstupní přetlak ¹¹⁾	0,5–5 bar
Vstupní tlak	max. 10 bar
Napájecí napětí	230 V/50 Hz

⁹⁾ Při kombinaci se změkčovacími zařízeními Fillsoft je nutné použít externí tlakové čidlo

¹⁰⁾ $p_0 = p_{st} + 0,2$ baru (doporučení), statický tlak $p_{st} =$ statická výška (m) / 10

¹¹⁾ Výstupní tlak nastavený z výroby na redukčním ventilu 3 bar



Obrázek 8.3 Specifikace navrženého doplňovacího zařízení [75]

Fillmeter – programovatelný digitální vodoměr

Fillmeter spolehlivě indikuje, kdy je změkčující patronu třeba vyměnit. Za tímto účelem Fillmeter vypočítá dosažitelné množství změkčené vody na základě zadaných údajů a porovnává tuto hodnotu se skutečnou měřenou hodnotou průtoku. Potřebná výměna je signalizována akusticky a opticky, přes beznapěťový kontakt (24 V) lze signál přenést na nadřazený systém.

Dovol. provozní přetlak: 10 bar
Dovol. provozní teplota: 65 °C



Obrázek 8.4 Specifikace navrženého programovatelného digitálního vodoměru [75]

Fillsoft I/II

- změkčovací armatura pro první plnění a doplňování topných soustav
- Fillsoft I: změkčovací kapacita 6.000 l x °dH
- Fillsoft II: změkčovací kapacita 12.000 l x °dH
- včetně uzavírací armatury s kohoutem pro kontrolní odběry a segmentovým šroubením*
- Fillset I včetně omezovače průtoku

	Fillsoft I	Fillsoft II
Obj. číslo	6811600	6811700
Dovol. provozní přetlak	8 bar	8 bar
Dovol. provozní teplota	40 °C	40 °C
Výška	600 mm	600 mm
Šířka	260 mm	380 mm
Max. průtok	0,4 m³/h	0,4 m³/h
Hmotnost	4,1 kg	7,6 kg
Připojení vstup/výstup	Rp ½/Rp ½	Rp ½/Rp ½
Kapacita	6,000 l x °dH	12,000 l x °dH



Obrázek 8.5 Specifikace změkčovací armatury pro doplňovací systémy [75]

Navržený systém bude doplňovat vodu přímo z rozvodu pitné vody – zajistí profese ZTI. Před doplňovacím zařízením na rozvodu pitné vody musí být osazen oddělovací člen, aby při změnách tlaku nedošlo k zpětnému proudění teplotního média do rozvodu pitné vody. Tlak před oddělovacím členem na rozvodu pitné vody musí být minimálně o 130 [kPa] vyšší než provozní tlak soustavy. Navržený systém tak pracuje bez oběhového čerpadla. Při poklesu tlaku v soustavě pod plnicí tlak (tlak v membránové tlakové expanzní nádobě) otevře regulační ventil a doplní vodu. Proces plnění a doplňování bude probíhat automaticky a hlášení mohou být přenášena na nadřazený řídicí systém. Pouze výměna změkčovací patrony ve Fillsoftu se bude provádět ručně.

9 IDEOVÉ ŘEŠENÍ OSTATNÍCH PROFESÍ

Při montáži všech zařízení a prvků musí vedení stavby zajistit koordinaci s prováděním ostatních profesí.

9.1 Stavba

Nosnou konstrukci budovy polikliniky tvoří železobetonový skelet. Svislé nosné konstrukce jsou tak tvořeny železobetonovými sloupy a vyzdívky ze škvárobetonových tvárnic a plynosilikátu různých tloušťek. Vodorovné konstrukce představují železobetonové stropy tl. 180 mm se stávajícími konstrukcemi podlah. Střešní konstrukce prošla opravou již v minulosti, při které byla kompletně vyměněna střešní krytina (PVC fólie) a provedeno její zateplení. Nově se bude zateplovat fasáda pomocí desek z minerální vlny tl. 100 a 120 mm. Dále budou vyměněny stávající okna za nová plastová s izolačním dvojsklem. Kompletně budou vyměněny i vstupní dveře.

Objekt je v současnosti využíván jako zdravotnické zařízení s ordinacemi, čekárnami a prodejními jednotkami (lékárna a optika). Specializace jednotlivých vyšetřoven a ordinací je značně rozmanitá. Přesné využití jednotlivých prostorů je zřejmé z výkresové dokumentace. Stávající využití daných prostorů se nemění a bude zachováno bez změn. Pouze v 1.PP budovy A dojde k úpravě dispozice za účelem změny nevyužívaných prostorů na blok pěti místností pro rehabilitace, lázně a masáže. Bude provedeno vybourání stávajících nenosných dělicích stěn včetně dveřních otvorů v nich. Dle uspořádání nové dispozice budou vyzděny nové příčky z pórobetonu tl. 150 mm a osazeny nové dveřní otvory. V těchto prostorech bude vytvořena nová podlaha (nové rozvody kanalizace) a konstrukce podhledů. Nově se osadí příslušné zařizovací předměty a zapraví se navazující prostory.

Dále se provede kompletní demontáž stávající otopné soustavy (zdroje tepla, zásobník teplé vody, stávající komínové těleso, potrubní rozvody, otopné plochy atd.). Po položení nových potrubních rozvodů se stávající drážky zapraví, v případě nutnosti se vytvoří nové drážky a prostory. Vytvoří se nové větrací otvory v technické místnosti a osadí se nové komínové těleso. Potrubí vedeno v interiéru nadzemních podlaží od stoupacího vedení k otopnému tělesu bude skryto v soklové liště. Nově se také vybuduje konstrukce podhledů v místnostech, ve kterých bude zřízeno nucené větrání.

U všech bouracích prací, pokud budou zasahovat do nosné konstrukce, je nutný statický dohled. Veškeré bourací práce budou prováděny odbornou firmou, dle platných předpisů a norem. Drážky a vybrání budou provedeny ve zdivu dle příslušných technologických pravidel. Stávající nosné konstrukce nebudou oslabovány.

9.2 Požadavky na elektroinstalace

Pro chod systému vytápění je nutné zajistit připojení všech nově navržených technologických zařízení v technické místnosti 1P20 na elektrickou energii dle požadovaných parametrů jednotlivých zařízení. Pro napojení zdroje a regulátoru je nutno v jeho blízkosti zřídit samostatné

jištění ukončené zásuvkami s proudem 230 V a 400 V. Dále je nutné zajistit připojení na elektrickou energii pro všechny ostatní zařízení, které budou nově instalovány. Jedná se především o komponenty rozšířeného systému nuceného větrání (regulátory, ventilátory apod.), chlazení (split jednotky) a nově vzniklého provozu rehabilitací, lázní a masáží (osvětlení, zásuvky apod.). Odborník na elektroinstalace posoudí stávající kapacity a provede návrh pro nového řešení.

9.3 Plynovodní instalace

Objekt je ve stávajícím stavu napojen NTL plynovodní přípojkou pro přívod zemního plynu. Plyn je přiváděn pouze jako zdroj paliva pro plynové kotle. Žádný jiný plynový spotřebič se v objektu nenachází. HUP je umístěn v pilířové skříni na hranici parcely, na které se zájmový objekt polikliniky nachází. Zemní plyn je již přiváděn vnější částí vnitřního vedení plynu přímo do technické místnosti 1P20. Vnitřní rozvody budou upraveny dle pozice nově umístěných plynových kondenzačních kotlů. Před každý kotel bude osazen uzávěr plynu a dále na začátku přívodního potrubí se instaluje hlavní palivový uzávěr. Specialista na plynovodní instalace posoudí stávající kapacity a zajistí návrh nového řešení pro zajištění potřebného množství zemního plynu k provozu navržených plynových kondenzačních kotlů.

9.4 Požadavky na rozvody zdravotechiky

Stávající řešení bude ponecháno. Do objektu je přiváděna pitná voda z místního vodovodního řádu. Vodoměrná sestava je umístěna v místnosti 1P04. Pro zajištění požadovaného dispozičního přetlaku je ve stejné místnosti instalovaná automatická přečerpávací stanice. Splaškové odpadní vody jsou kanalizací odváděny do veřejné splaškové stoky, která se nachází v blízkosti objektu. Dešťové odpadní vody jsou zachycovány ze střech a zpevněných ploch a následně odvedeny kanalizací do veřejné stoky dešťové kanalizace.

V rámci navržených stavebních úprav dojde k úpravám technické místnosti. Z tohoto důvodu je nutné zajistit napojení rozvodů studené vody do doplňovacího systému otopné soustavy, napojení rozvodů teplé, cirkulační a teplé vody na nový zásobník, rozšířit rozvody vnitřní kanalizace napojením navržených plynových kondenzačních kotlů a vyměnit stávající podlahovou vpust. V technické místnosti bude také nově osazen neutralizační box Brilon Neutra N 70, který zajistí zneutralizování kondenzátu před vpuštěním do vnitřní kanalizace.

Dále vznikne nový provoz rehabilitací, lázní a masáží v suterénu budovy A. Nově bude osazeno 6 umyvadel, 4 sprchy, 4 vany a vířivka. Pod všechny sprchy budou osazeny rekuperační výměníky Nela (1P01, 1P05 a 1P09). K těmto zařizovacím předmětům je nutné vytvořit napojení příslušných rozvodů vody a kanalizace. Odpadní voda bude odváděna novými rozvody, které se napojí na stávající svodná potrubí kanalizace. Dojde tedy k nárůstu potřeby vody a produkce odpadních vod. Specialista na zdravotechiku posoudí stávající kapacity a navrhne nové řešení.

9.5 Vzduchotechnika

Větrání je v zájmovém objektu řešeno přirozeně mimo provoz laboratoří a chirurgie. Oba dva zmiňované provozu mají v současnosti samostatné vzduchotechnické jednotky umístěné na

střeše části A v zákrytu. Tyto vzduchotechnické jednotky se nacházejí již v technicky nevyhovujícím stavu a budou v rámci stavebních úprav vyměněny. I přes doporučení hlavního projektanta stavby řešit větrání celého objektu nuceně, bude objekt dle požadavků investora větraný částečně přirozeně a částečně nuceně. Systém nuceného větrání bude rozšířen o další 4 vzduchotechnické jednotky menších výkonu pro zajištění větrání čekáren, společných komunikačních prostorů a nově vzniklého prostoru rehabilitací. Všechny vzduchotechnické jednotky budou vybaveny deskovým výměníkem pro zpětné získávání tepla, ohříváčem vzduchu, chladičem vzduchu a zařízením pro zvlhčování. Rozmístění vzduchotechnických jednotek je patrné z výkresové dokumentace, upřesní projekt vzduchotechniky. Vzduchovody budou vedeny v podhledu.

9.6 Chlazení

Chlazení společných prostorů (čekáren a komunikačních prostorů), provozu laboratoří, chirurgie, a nově vzniklého provozu rehabilitací, lázní a masáží budou zajišťovat nové vzduchotechnické jednotky pomocí chladiče vzduchu v rámci rozšíření systému nuceného větrání. Ostatní prostory budou chlazeny dle potřeby pomocí split jednotek. Venkovní jednotky budou dle situování umístěny na střeše objektu nebo budou případně řešeny jako nástěnné jednotky ukotvené na fasádě. Přesný výpočet potřebného výkonu pro odvod tepelné zátěže, návrh chladičů jednotek a jejich rozmístění stanoví specialista na vzduchotechniku.

9.7 Měření a regulaci

Návrh systému regulace a měření bude zajišťovat ekvitermí regulaci větví k otopným plochám (ÚT 1, ÚT 2, ÚT 3, ÚT 4) dle venkovní teploty se zpětnou vazbou na teplotu interiéru v referenční místnosti. Otopná větev pro vzduchotechniku bude řízená kvalitativně pomocí směšovacího ventilu u vzduchotechnické jednotky nebo dveřní clony a kvantitativně pomocí kombinovaného 2-cestného regulačního a vyvažovacího ventilu. Pohony regulačních armatur budou napojeny na řídicí jednotku vzduchotechniky. Zařízení budou opatřena měřicími prvky (manometr, teploměr) viz výkresová dokumentace. Provoz navržených plynových kondenzačních kotlů bude spřažený s provozem nástěnného ventilátoru. V případě vypnutí ventilátoru musí dojít k odstavení kotlů. Přesný návrh regulace provede specialista na MaR.

10 TECHNICKÁ ZPRÁVA

10.1 Úvod

10.1.1 Předmět stavby a charakteristika objektu

Dle zadání diplomové práce byla zpracována projektová dokumentace ve stupni: dokumentace pro vydání stavebního povolení. Předmětem projektu je komplexní řešení systému vytápění a přípravy teplé vody pro objekt polikliniky.

Název diplomové práce: Využívání odpadního tepla

Název stavby: Vytápění objektu polikliniky

Místo stavby: p.č. 220/1, 221/3 v k.ú.č. [639711] Hlučín, okres Opava

Předmětem projektu jsou stavební úpravy stávajícího objektu polikliniky v Hlučíně. V rámci stavebních úprav dojde k zateplení fasády, výměně oken a vstupních dveří, vybudování bloku místnosti pro rehabilitace v 1. PP, kompletní výměně otopné soustavy, výměně a rozšíření systému nuceného větrání a další navazující stavební práce. Tento projekt se specializuje pouze na část vytápění.

Zájmový objekt je dispozičně členěn na 3 části: A, B, C. Hlavní část A je situována na severní straně, má 5 nadzemních podlaží a jedno podzemní podlaží. V úrovni 1.NP navazuje na část B, která stavebně spojuje část A s částí C. Část B má pouze 1 nadzemní podlaží. Část C je situována jižně a má 1 podzemní podlaží a 2 nadzemní podlaží. Všechny části budovy mají samostatný vstup. Objekt je v současnosti využíván jako zdravotnické zařízení s ordinacemi, čekárnami a prodejními jednotkami. Stávající využití daných prostorů se nemění a bude zachováno beze změn. Pouze v 1.PP dojde k úpravě dispozice za účelem změny nevyužívaných prostorů na blok místnosti pro rehabilitace, lázně a masáže. Celková užitná plocha interiéru činí 3232 m², obestavěný prostor 13394 m³, celková plocha ochlazovaných konstrukcí 4044 m².

Nosnou konstrukci objektu tvoří železobetonový skelet. Svislé nosné konstrukce jsou tak tvořeny železobetonovými sloupy a vyzdívkou ze škvárobetonových tvárnic a plynosilikátu různých tloušťek. Vodorovné konstrukce představují železobetonové stropy tl. 180 mm se stávající konstrukcí podlah. Střešní konstrukce prošla opravou již v minulosti, při které byla kompletně vyměněna střešní krytina a provedeno zateplení. Nově bude provedeno zateplení fasády pomocí desek z minerální vlny tl. 100 a 120 mm. Dále budou výměny stávající okna za nová plastová s izolačním dvojsklem. Kompletně budou vyměněny i vstupní dveře.

Zdroje tepla a další prvky systému vytápění budou umístěny do stávající technické místnosti v 1. PP (1P20). Již v minulosti byla provedena úprava vytápění objektu ve smyslu výměny zdroje tepla a umístění technické místnosti. Původně v době výstavby byl zdrojem tepla kotel na tuhá paliva umístěný v místnosti 1P18. Při předchozí úpravě systému vytápění došlo k výměně kotle na tuhá paliva za plynový kotel, úpravě dispozice spojenou s přesunutím technické místnosti do 1P20 a vybudování nového komínového tělesa vně objektu. Původní komínové těleso je v současnosti nevyužívané. Stávající zdroj tepla (plynový kotel), otopné plochy (převážně liti-nové, článkové, otopné tělesa) včetně ostatních prvků otopné soustavy jsou stářím značně opotřebené a nacházejí se v technicky nevyhovujícím stavu. Navíc v rámci navržených stavebních úprav dojde k výraznému zlepšení tepelně-technických vlastností podstatné části obálky budovy (výměna oken, dveří a zateplení fasády), navýšení potřeby tepla pro ohřev teplé vody a rozšíření systému nuceného větrání. Stávající otopná soustava bude tedy kompletně demontována (zdroj tepla, potrubní rozvody, ohřívač teplé vody atd.). Nově bude do stejné technické místnosti 1P20 osazen efektivnější a ekologicky příznivější zdroj tepla, který bude výkonově přizpůsobený aktuální potřebě tepla. Dále je navržena moderní, pružná otopná soustava s otopnými plochami v podobě deskových otopných těles, konvektorů v prodejnách a vestibulu a trubkových otopných těles v koupelnách zaměstnanců. Nový otopný systém bude dále zajišťovat dostatek tepla potřebného pro provoz nově navrženého systému nuceného větrání.

10.1.2 Popis provozu objektu

Denní provozní doba je odhadována na 8 a 12 hodin dle charakteru provozu. Vytápění bude přerušované. Roční doba užívání je uvažována na 260 dní.

Zdrojem tepla pro vytápění bude soustava plynových kondenzačních kotlů zapojených v kaskádě. Otopné plochy budou tvořit desková otopná tělesa, trubková otopná tělesa a konvektory bez ventilátorů. Teplá voda bude připravována smíšeným, nepřímým ohřevem v zásobníku. Návrh přípravy teplé vody uvažuje se získáváním tepla z odpadní vody ve formě lokálních rekuperačních výměníků umístěných v nových prostorech rehabilitací.

Větrání je v zájmovém objektu řešeno přirozeně mimo provoz laboratoří a chirurgie. Oba dva zmiňované provozy mají v současnosti samostatné vzduchotechnické jednotky umístěné na střeše části A v zákrytu. Tyto vzduchotechnické jednotky se nacházejí stejně jako otopná soustava v technicky nevyhovujícím stavu a budou vyměněny. I přes doporučení hlavního projektanta stavby řešit větrání celého objektu nuceně, bude objekt dle požadavků investora větráný částečně přirozeně a částečně nuceně. Kromě výše zmiňovaných prostorů budou nově nuceně větrány hlavně čekárny a komunikační prostory a nově vzniklý prostor rehabilitací. Nově se tak umístí 4 menší vzduchotechnické jednotky – viz. výkresová dokumentace. Přesný návrh nuceného větrání není předmětem tohoto projektu, řeší samostatně projekt vzduchotechniky. Systém vytápění řeší dodávku potřebného tepla pro ohříváče vzduchu.

10.2 Seznam vstupních podkladů a použitých zákonu, vyhlášek a norem

Podkladem pro návrh a zpracování projektu vytápění bylo zadání diplomové práce a projektová dokumentace stavební části této stavby: půdorysy podlaží, řezy, situace a technická zpráva. Projekt je zpracován na základě požadavků investora v souladu se všemi platnými legislativními a normovými požadavky. V dokumentaci jsou také zahrnuty všechny konstrukčně-technické podmínky navržených zařízení. Projektová dokumentace byla vyprojektována v softwaru AutoCad LT 2016, Teplo 2017 (Stavební fyzika – Svoboda software), Ztráty 2017 (Stavební fyzika – Svoboda software).

Pro zpracování dokumentace pro stavební povolení byly podkladem:

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů
- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., O bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích.
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška MMRČR č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška MMRČR č. 499/2009 Sb., o dokumentaci staveb
- Vyhláška MMRČR č. 78/2013 Sb., kterou se staví energetická náročnost budov
- Vyhláška MMRČR č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti užití energie a chladu
- ČSN EN 12 831 - Tepelné soustavy budovách - výpočet tepelného výkonu
- ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž
- ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody

- ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení
- ČSN 73 0540 - 2 Tepelná ochrana budov - Požadavky
- ČSN 73 0540 - 3 Tepelná ochrana budov - Společná ustanovení
- ČSN EN 12828 - Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav
- TNI 730331
- A další navazující právní předpisy a normy, technické listy a projekční podklady výrobců navržených zařízení

10.2.1 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Objekt se nachází v městě Hlučín v okrese Oprava. Návrhové parametry venkovního prostředí byly uvažovány podle Přílohy H, ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin.

- | | |
|-------------------------------------|--------------------|
| • Lokalita: | Hlučín |
| • Výpočtová zimní venkovní teplota: | -15 °C |
| • Nadmořská výška objektu: | 271,50 m.n.m (Bpv) |
| • Poloha budovy v krajině: | chráněná (řadová) |
| • Krajina s intenzivními větry: | ne |

10.2.2 Zadávací parametry a požadavky na vytápění, bilance potřeb tepla

Projekt řeší výměnu stávající otopné soustavy včetně všech příslušných zařízení. Stávající otopná soustava je již v nevyhovujícím technickém stavu. V rámci stavebních úprav navíc dojde ke změně parametru obálky budovy, rozšíření systému nuceného větrání a navýšení potřeby teplé vody. Nově je tak navržena pružnější otopná soustava, která bude odpovídat aktuálním potřebám tepla. Navržený vytápění bude zajišťovat výrobu a distribuci tepla pro otopná tělesa, ohřev teplé vody a pro ohřivače vzduchu ve vzduchotechnických jednotkách.

10.2.2.1 Návrhové teploty jednotlivých místnosti pro výpočet tepelného výkonu

Vnitřní návrhové teploty byly zvoleny dle ČSN EN 12831 v souladu s vyhláškou č. 194/2007 Sb. s ohledem na charakter jednotlivých provozů. Vnitřní návrhové teploty jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci a ve výpočtové části (3.1.2).

10.2.2.2 Konstrukce obálky budovy

Pro výpočet potřebného tepelného výkonu na pokrytí tepelných ztrát byly stanoveny hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí systémové obálky dle zadání stavební části projektu viz. výpočtová část (2.1). Hodnoty součinitele prostupu tepla splňují požadavky dle ČSN 73 0540 (mimo dvě stávající vnitřní konstrukce na styku s nevytápěným prostorem). Obálka splňuje požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla ($U_{em}=0,35 \leq U_{em,N}=0,43 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$).

10.2.2.3 Bilance potřeb tepla

Potřeba tepla na pokrytí tepelných ztrát

Výpočet tepelných ztrát jednotlivých vytápěných místností byl proveden dle ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy budovách - výpočet tepelného výkonu.

Přehled výsledných hodnot:

- Tepelná ztráta prostupem: 46,36 kW
- Tepelná ztráta větráním: 72,43 kW
- Celková tepelná ztráta zátopovou přírážkou: 34,18 kW
- **Celková tepelná ztráta 152,98 kW**

Potřeba tepla pro nucené větrání

Výměna vzduchu v částí objektu bude zajištěna systémem nuceného větrání s využíváním zpětného získávání tepla. Účinnost deskového výměníku pro zpětné získávání tepla je 55 %. Vzduch se bude dohřívat ve výměníku voda – vzduch, který je součástí vzduchotechnických jednotek a dveřní vzduchové clony.

- VZT jednotka č.1 – čekárny 1. PP: 5,62 kW
- VZT jednotka č.2 – rehabilitace 1. PP: 10,42 kW
- VZT jednotka č.3 – čekárny 1.NP+2.NP: 16,87 kW
- VZT jednotka č.4 – zákrokový sál: 2,75 kW
- VZT jednotka č.5 – laboratoře 4.NP: 3,21 kW
- VZT jednotka č.6 – čekárny 3.NP+4.NP: 12,05 kW
- Dveřní vzduchová clona: 11,22 kW
- **Celkový tepelný výkon pro nucené větrání: 62,22 kW**

Potřeba tepla na přípravu teplé vody

Teplá voda bude připravována smíšeným ohřevem s teplotním spádem otopné vody 70/50 °C. Výpočet tepelného výkonu pro přípravu teplé vody byl proveden dle ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody. Odhadovaná denní potřeba teplé vody činí 9,0 m³ a byla stanovana podrobným rozbořem v souladu s ČSN 06 0320.

- **Teplo pro ohřev teplé vody: 54,25 kW**

10.2.2.4 Potřebný tepelný výkon pro návrh zdroje tepla

$$Q_{PRIP} = \max\{Q_{PRIP1}; Q_{PRIP2}\}$$

$$Q_{PRIP1} = 0,7 \cdot Q_{VTP} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV} = 0,7 \cdot 152,98 + 0,7 \cdot 62,22 + 54,25$$

$$Q_{PRIP1} = 204,89[\text{kW}]$$

$$Q_{PRIP2} = Q_{VTP} + Q_{VZT} = 152,98 + 62,22 = 215,20 [\text{kW}]$$

$$Q_{PRIP} = \max\{Q_{PRIP1}; Q_{PRIP2}\} = \max\{204,89; 215,20\}$$

$$Q_{PRIP} = 215,20 [\text{kW}]$$

10.3 Technické řešení

10.3.1 Druh primární energie

Pro nově navržený zdroj tepla – kaskáda plynových kondenzačních kotlů bude zdrojem primární energie zemní plyn.

V projektu je také uvažováno s využíváním odpadního tepla. V první řadě se jedná o zpětné získávání tepla při nuceném větrání. Všechny vzduchotechnické jednotky budou vybaveny deskovým výměníkem pro předeřhřev přiváděného vzduchu. Dále bude využito teplo z odpadní vody v provozu rehabilitací, lázní a masáže. V 1. variantě je navržen systém lokální rekuperace, který bude předeřhřívát studenou vodu v místě spotřeby (sprchy) a snižovat tak spotřebu teplé vody. V druhé variantě bylo uvažováno s centrální rekuperací, při které bude odváděna odpadní voda z provozu rehabilitací, lázní a masáže do jímky. V akumulační jímce bude umístěn tepelný výměník jako zdroj primární energie pro tepelné čerpadlo, které bude získaným tepelným výkonem přispívat k ohřevu teplé vody. Na základě ekonomického vyhodnocení byla vybrána 1. varianta řešení.

10.3.2 Zdroj tepla

Zdrojem tepla pro vytápění, dohřev přiváděného vzduchu a ohřev teplé vody bude dle vypočteného požadovaného výkonu 3x plynový kondenzační kotel VICTRIX 75 v kaskádovém zapojení. Jedná se o nástěnný plynový kondenzační kotel s otevřenou spalovací komorou a nuceným odvodem spalín. Každý kotel má tepelný výkon 72,6 – 18,1 kW (hodnoty pro 80/60 °C) s plynulou modulací, všechny tři kotle budou zapojeny do jedné kaskády. Celkový výkon zdrojů tepla činí 217,8 kW. O řazení jednotlivých kotlů během provozu bude rozhodovat termoregulační jednotka THETA. Zdroje tepla budou pracovat s teplotním spádem otopné vody 70/50 °C (pro přechodné období s ekvitermní regulací). Zdroje tepla jsou vybaveny integrovaným oběhovým čerpadlem a pojistným ventilem. Kotle budou namontovány přímo na stěnu pomocí montážního rámu.

Zdroje tepla budou umístěny v 1. PP v místnosti 1P20 – Technická místnost. Dle ČSN 07 0703 se místnost s těmito zdroji tepla zařídí jako kotelna III. kategorie. Všechny 3 nástěnné plynové kondenzační kotle budou napojeny na společný odvod spalín – kotlová sestava pro odkouření třech kotlů v kaskádě – součásti dodávky zdrojů tepla. Sestava je tvořena kouřovody průměru 160 mm, včetně spojek, těsnění, redukcí, kolen, spalínových klapek, měřících otvorů a sifonu. Kotlová sestava pro odkouření bude napojena na nové komínové těleso vedené v exteriéru na pozici stávajícího komínu – třívrstvý nerezový komínový systém SCHIDEL ISC Ø230 mm, který bude odvádět spaliny nad střechu budovy min. 1,5 m nad nejvyšší bod střechy.

Potřebný vzduch pro spalování bude odebírán přímo z technické místnosti. Potřebná minimální výměna vzduchu pro zimní období $2,48 \text{ h}^{-1}$ osazením přívodního otvoru 315x315 mm a odvodním otvorem 200x200. Otvory budou opatřeny protidešťovou žaluzií. Přívodní vzduch bude sveden nad podlahu pomocí vzduchotechnického potrubí V zimním období byla pro návrhové podmínky stanovena teplota v technické místnosti 3,3 °C – zajištění požadované teploty 15 °C a splnění požadavku na minimální teplotu 7 °C zajistí 2 otopné tělesa napojené na otopnou

soustavu. V letním období byla pro návrhové podmínky stanovena teplota v technické místnosti 50,8 °C – návrh nástěnného axiálního ventilátoru Vents OVK 2E 200, který zajistí minimální potřebný průtok vzduchu 626 m³/h (při výměně vzduchu 5,80 h⁻¹ a rychlosti proudění ve větracích otvorech 1,94 m/s) k odvodu tepelné zátěže a dosažení maximální teploty v místnosti 35 °C.

10.3.3 Otopná soustava

10.3.3.1 Popis otopné soustavy

Otopná soustava je navržena jako teplovodní – teplotní spád 70/50 °C a 65/50 °C (větev od R+S k otopným plochám: ÚT 1, ÚT 2, ÚT 3, ÚT 4) s nuceným oběhem, dvoutrubková. Všechny trubní rozvody budou od kombinovaného rozdělovače a sběrače z měděných trubek spojovány pájením. Minimální profil navržen jako 12x1 – ochrana proti zanesení potrubí. Trubní rozvody kotlového okruhu (zdroje tepla – kombinovaný rozdělovač a sběrač) budou ocelové bezesové. Zdroje tepla – plynové kondenzační kotle budou vzájemně propojeny pomocí hydraulické propojovací sady, která je součástí dodávky kotlů včetně zabezpečovací sady ISPEL. Topná voda ze zdrojů tepla bude vedena přes hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků do kombinovaného rozdělovače a sběrače. Ten rozdělí otopnou soustavu na 6 větví:

- ÚT 1 – severní větev 65/50 °C 61,2 kW
- ÚT 2 – jižní větev 65/50 °C 61,0 kW
- ÚT 3 – JV blok 65/50 °C 27,1 kW
- ÚT 4 – lékárna 65/50 °C 7,6 kW
- VZT 70/50 °C 62,2 kW
- Ohřev tv 70/50 °C 54,3 kW

Ohřev teplé vody bude v zájmovém objektu připravována smíšeným ohřevem nepřímo přes teplosměnnou plochu výměníku v zásobníku teplé vody: Pipex TXE – 800 – WP1V – smaltovaný ohříváč o objemu 0,8 m³ s dvojvrstevným ocelovým výměníkem s teplosměnnou plochou 6,0 m². Zásobník bude umístěn ve stejné místnosti jako zdroje tepla – 1P20 Technická místnost. Ohřev bude zajištěn otopnou vodou o teplotním spádu 70/50 °C vedenou z kombinovaného rozdělovače a sběrače k zásobníku. Teplá voda bude ohřívána na 55 °C mimo případy termické desinfekce, která bude prováděna pouze v době a rozsahu dle platných hygienických předpisů jako prevence proti výskytu Legionelly.

10.3.3.2 Otopné plochy

Na základě tepelných ztrát a zvoleného teplotního spádu byly ve většině vytápěných místností v objektu navržena otopná tělesa KORADO RADIK HYGIENE VK - deskové otopné těleso určené do prostředí s vysokými požadavky na hygienu a čistotu s hladkou čelní deskou, s pravým spodním připojením s roztečí 50 mm. Rozměry navržených těles jsou uvedeny ve výpočtové části. Barva všech těles je bílá RAL 9010. Umístěné budou ve výšce 200 mm nad podlahou připojené pomocí připojovací armatury Hydronic M176 – připojovací šroubení typu H pro připojení těles typu Ventil Kompakt na 2 – trubkové rozvody. Armatura ve výkresové dokumentaci označena HRŠY, Y znamená konkrétní průměr. Všechna otopná tělesa RADIK HYGIENE VK budou hydraulicky zregulována pomocí 8-mi stupňového ventilu Radik VENTIL KOMPAKT. Všechna otopná

tělesa RADIK HYGIENE VK budou vybavena kapalinovou termostatickou hlavicí IVAR.T 5000. Součástí dodávky deskového otopného tělesa je odvzdušňovací a zaslepovací zátka a potřebný počet navrtávacích konzol typu 18/120, které umožňují upevnit otopné těleso standardně až 65 mm od stěny. Vyznačená otopná tělesa ve výkresové dokumentaci budou vybavena ochranným dřevěným zákrytem. Jedná se především o veřejné prostory objektu, které budou navštěvovat děti – dětské oddělení.

V místnosti 1P36 je navrženo trubkové otopné těleso RADIK KORALUX LINEAR MAX-M. Tělesa jsou vyrobena z uzavřených ocelových profilů s průřezem ve tvaru "D" a rovných profilů s kruhovým průřezem. Těleso má spodní středové připojení s připojovací roztečí 50 mm. V místnostech 1P16 a 1P32 jsou navržena otopná tělesa RADIK KORALUX LINEAR COMFORT-M. Tato těla jsou vyrobena ze stejných profilů jako RADIK KORALUX LINEAR MAX-M se spodním středovým připojením s připojovací roztečí 50 mm. Zregulování trubkových otopných těles zajistí kombinovaná HM armatura přímá, která umožňuje připojení otopných těles typu KORALUX na otopnou soustavu (spodní připojení s roztečí 50 mm), odpojení tělesa od soustavy bez přerušení provozu a přednastavení průtoku tělesem. Součástí dodávky trubkových otopných těles je termostatická hlavička.

V místnostech 1N01, 1N12 a 1N13 jsou navrženy konvektory KORADO Koralline LK Exclusive – otopná lavice se spodním připojením, bez ventilátoru. Provedení Exclusive - ocelový pozinkovaný plech lakovaný v odstínu RAL 9010 s hliníkovou eloxovanou mřížkou bez povrchové úpravy. Konvektory budou napojeny na otopnou soustavu pomocí sady, která je součástí dodávky tělesa. Sada obsahuje ventilové těleso s možností přednastavení průtoku Danfoss RA-N 15, termostatickou hlavicí a prodlužovací kus.

10.3.3.3 Potrubní rozvody

Trasa vedení potrubních rozvodů je patrná z výkresové dokumentace – hlavní horizontální rozvody budou vedeny převážně viditelně na stěně nebo pod stropem. Stoupací potrubí bude vedeno převážně v drážkách ve zdivu případně na stěně. Bude využito stávajících drážek po bouraných rozvodech v případě potřeby se vytvoří nové. Potrubí od stoupacího vedení k jednotlivým otopným tělesům bude vedeno v soklové liště podél stěny. Potrubí ke stavební konstrukci připevní ocelovými úchytkami s izolační vložkou a závěsy. Na všech připevňovacích bodech je nutné oddělit potrubí pomocí zvukově-izolačních vložek od stavebního tělesa a tím zamezit šíření hluku. Dále je nutné dodržet maximální vzdálenost mezi připevněním:

Vnější průměr d_n [mm]	12	15	18	22	28	35	42	54	64	76,1	88,9	108	133	159
Vzdálenost přichycení [m]	1,25	1,25	1,50	2,00	2,25	2,75	3,00	3,50	4,00	4,25	4,75	5,00	5,00	5,00

Tabulka 10.1 Tabulka směrných hodnot pro vzdálenosti připevnění (úchytek) měděných trubek vedoucích vodu

Teplotní roztažnost potrubního vedení bude řešena změnou směru vedení. Tam, kde tento způsob řešení nelze použít, budou osazeny osově kompenzátory.

Všechny trubní rozvody s topnou vodou, kombinovaný rozdělovač a sběrač, tělesa armatur a čerpadel, s výjimkou potrubí přípojek otopných těles budou izolovány. Izolace potrubních rozvodů je navržena a bude provedena dle vyhlášky č. 193/2007. Tloušťky izolací potrubí:

Tepelná izolace	Materiál potrubí	Rozměr potrubí	Tloušťka tepelné izolace S_{iz} [mm]	Součinitel tepelné vodivosti potrubí λ_t [$Wm^{-1}K^{-1}$]	Součinitel tepelné vodivosti izolace λ_{iz} [$Wm^{-1}K^{-1}$]	Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu α_e [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Průměr potrubí d [m]	Průměr izolace potrubí D [m]	Skutečný součinitel prostupu tepla [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Určující součinitel prostupu tepla [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Vyhodnocení
Kaiflex EF	Cu	10 x 1	20	372	0,036	10	10	50	0,129	0,150	VYHOVÍ
		12 x 1	25	372	0,036	10	12	62	0,129	0,150	VYHOVÍ
		15 x 1	32	372	0,036	10	15	79	0,129	0,150	VYHOVÍ
		18 x 1	32	372	0,036	10	18	82	0,141	0,180	VYHOVÍ
		22 x 1	32	372	0,036	10	22	86	0,156	0,180	VYHOVÍ
		28 x 1,5	32	372	0,036	10	28	92	0,178	0,180	VYHOVÍ
		35 x 1,5	25	372	0,036	10	35	85	0,233	0,270	VYHOVÍ
		42 x 1,5	25	372	0,036	10	42	92	0,262	0,270	VYHOVÍ
PIPO ALS	Fe	DN50	40	50	0,040	10	57	137	0,269	0,270	VYHOVÍ
		DN65	60	50	0,040	10	76	196	0,254	0,270	VYHOVÍ

Tabulka 10.2 Tabulka tloušťky izolací potrubí

Na patě každého stoupacího potrubí bude na vratné větvi osazen vyvažovací ventil HYDRONIC D 9505 s s funkcí přednastavení požadovaného průtoku, uzavírání, měření průtoku, teploty a tlaku protékajícího média, uzavírací kohout a vypouštěcí kohout. Na přívodní větvi bude umístěn uzavírací kohout a vypouštěcí kohout.

10.3.3.4 Čerpací technika

Nucený oběh teplonosné látky zajistí oběhová čerpadla Magma a Alpha. Všechna navržená oběhová čerpadla mají funkci elektronické řízení otáček. Zdroje tepla – každý plynový kondenzační kotel je vybavený oběhovým čerpadlem – součástí dodávky kotle.

Navržená oběhové čerpadla otopné soustavy:

- ÚT 1 – severní větev MAGMA3 25-60 N, 1x230 V
- ÚT 2 – jižní větev MAGMA3 25-60 N, 1x230 V
- ÚT 3 – JV blok ALPHA3 25-80 180
- ÚT 4 – lékárna ALPHA3 25-60 180
- VZT MAGMA3 25-40 N, 1x230 V
- Ohřev TV MAGMA3 25-40

Oběhové čerpadlo k zásobníku teplé vody bude regulováno za konstantního tlaku. Ostatní čerpadla budou regulována s proměnným tlakem.

10.3.3.5 Regulace a měření

Hydraulická regulace

Všechna otopná tělesa RADIK HYGIENE VK budou hydraulicky zregulována pomocí 8-mi stupňového ventilu Radik VENTIL KOMPAKT. Stupeň přednastavení je uveden v následující kapitole a ve výkresové dokumentaci. Označení: TPV (X), kde hodnota X značí stupeň přednastavení, který byl určen pomocí diagramu a kv hodnot. Z výroby je ventil přednastavený na hodnotu X=8. Po proplachu a ještě před zahájením topné zkoušky musí být ventil nastaven na příslušnou polohu. To se provádí pomocí speciálního klíče.

Funkci regulace a připojení navržených trubkových otopných těles bude zajišťovat kombinovaná HM armatura přímá, která umožňuje připojení otopných těles typu KORALUX na otopnou soustavu (spodní připojení s roztečí 50 mm), odpojení tělesa od soustavy bez přerušení provozu a přednastavení průtoku tělesem. Součástí dodávky je i termostatická hlavice. Označení HM (Z), Z znamená hodnotu přednastavení.

Konvektory budou napojeny na otopnou soustavu pomocí sady, která je součástí dodávky tělesa. Sada obsahuje ventilové těleso s možností přednastavení průtoku Danfoss RA-N 15, termostatickou hlavici a prodlužovací kus. Zregulování je označeno RA-N 15 (W), W značí stupeň přednastavení.

Třícestné směšovací ventily budou osazeny na vratném potrubí u kombinovaného rozdělovače a sběrače na větvích:

- | | |
|------------------------|---------------------------------------|
| • ÚT 1 – severní větev | Směšovací ventil ESBE VRG 131 25-10 |
| • ÚT 2 – jižní větev | Směšovací ventil ESBE VRG 131 25-10 |
| • ÚT 3 – JV blok | Směšovací ventil ESBE VRG 131 15-4 |
| • ÚT 4 – lékárna | Směšovací ventil ESBE VRG 131 15-1,63 |

Třícestné směšovací ventily budou osazeny na vratném potrubí větve pro vzduchotechniku u:

- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| • VZT jednotky č.1 | Směšovací ventil ESBE VRG 131 15-0,63 |
| • VZT jednotka č.3 | Směšovací ventil ESBE VRG 131 20-2,5 |
| • VZT jednotka č.5 | Směšovací ventil ESBE VRG 131 15-0,4 |
| • VZT jednotka č.6 | Směšovací ventil ESBE VRG 131 15-1,63 |
| • Dvěřní vzduchová clona: | Směšovací ventil ESBE VRG 131 15-1,63 |

Jedná se o mosazné armatury s ochranou proti vyluhování zinku s akčním spínacím rozsahem maximálně 90 °. Na třícestné směšovací ventily bude osazen servopohon – určí specialista na MAR.

Pro hydraulické vyrovnání budou osazeny na příslušných místech (viz. výkresová dokumentace a výpočtový část) osazeny vyvažovací ventily HYDRONIC D 9505, které umožňují přednastavení požadovaného průtoku, uzavírání, měření průtoku, teploty a tlaku protékajícího média.

- | | |
|--------------------|--|
| • VZT jednotky č.2 | D 9505 DN15NF, kv = 1,21 m ³ /h |
| • VZT jednotka č.4 | D 9505 DN15LF, kv = 0,42 m ³ /h |

Ekvitermní regulace

Otopné větve (ÚT 1, ÚT 2, ÚT 3, ÚT 4) budou řízeny ekvitermní regulací dle venkovní teploty se zpětnou vazbou na teplotu interiéru v referenční místnosti. Přesný návrh regulace provede specialista na MaR.

Otopná větev pro vzduchotechniku bude řízená kvalitativně pomocí směšovacího ventilu u vzduchotechnické jednotky nebo dveřní clony a kvantitativně pomocí kombinovaného 2-cestného regulačního a vyvažovacího ventilu. Pohony regulačních armatur budou napojeny na řídící jednotku vzduchotechniky. Zařízení budou opatřena měřícími prvky (manometr, teploměr) viz výkresová dokumentace. Přesný návrh regulace provede specialista na MaR.

10.3.3.6 Plnění a vypouštění otopné soustavy

Plnění otopné soustavy bude prováděno pitnou vodou z domovního vodovodu přes úpravnu vody s automatickým doplňovacím zařízením v sestavě: Fillcontrol Plus Compact + Fillmetr + Fillsoft II + externí tlakové čidlo. Doplňována topná voda bude před vstupem do otopné soustavy upravována - změkčována. Vypouštění soustavy se provede pomocí vypouštěcích kohoutů umístěných nejnižších místech soustavy nebo přes zátku otopného tělesa.

10.3.4 Zabezpečovací a expanzní zařízení

Pro vyrovnávání objemu topné vody a pro udržení požadovaného přetlaku v otopné soustavě je navržena tlaková expanzní nádoba REFLEX NG 250/6 s objemem 250 l, průměru 643 mm a výšky 888 mm. Expanzní nádoba je napojená na vrat topné vody potrubím DN20.

Otopná soustava bude vybavena pojistným ventilem osazeným na expanzním potrubí MEIBES Duco 11/4" × 11/2" – DN 32, otevírací přetlak 400 kPa. Zdroje tepla (navržené plynové kondenzační kotle) jsou vybaveny integrovanými pojistnými ventily – bezpečnostní ventil – 4 bar.

Podle normy ČSN 06 8030 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení bude navržen pojistný ventil DN 20 na straně přívodu studené vody, na straně výstupu teplé vody není nutné osadit pojistný ventil. Přesný návrh a podrobnou specifikaci určí profese ZTI.

10.4 Požadavky na ostatní profese

Při montáži všech zařízení a prvků musí vedení stavby zajistit koordinaci s prováděním ostatních profesí.

10.4.1 Stavební práce

- Kompletní demontáž stávající otopné soustavy (zdroje tepla, zásobník teplé vody, stávající komínové těleso, potrubní rozvody, otopné plochy atd.),
- Zapravení stávajících drážek a prostupů, které nebudou využity,
- Zapravení stávajících drážek a prostupů, které budou znovu využity pro nové potrubní vedení,
- Zřízení nových drážek a prostupů,
- Otvory pro větrání kotelny dle návrhu včetně nástěnného ventilátoru,
- Osazení nového komínového tělesa dle návrhu.

10.4.2 Požadavky na elektroinstalace

- Připojení všech navržených technologických zařízení v technické místnosti na elektrickou energii dle požadovaných parametrů jednotlivých zařízení,
- Pro napojení zdroje a regulátoru je nutno v jeho blízkosti zřídit samostatné jištění ukončené zásuvkami s proudem 230 V a 400 V.

10.4.3 Požadavky na plynovodní instalace

- Přívod zemního plynu k navrženým zdrojům tepla – 3x plynové kondenzační kotle

10.4.4 Požadavky na rozvody zdravotechiky

- Při provozu plynových kondenzačních kotlů bude kondenzát – napojení na vnitřní rozvody kanalizace, před vypuštěním do kanalizace bude zneutralizován v neutralizačním zařízení – neutralizační box Brilon Neutra N 70,
- Osazení 4x sprchový výměník Nela v místnostech 1P01, 1P05 a 1P09 včetně napojení příslušných rozvodů (studená voda, odpadní voda)
- Výměna stávající podlahové vpusti – nově podlahová vpust se zápachovou uzávěrou
- napojení studené vody do doplňovacího systému otopné soustavy,
- napojení zásobníku teplé vody na rozvody studené, teplé a cirkulační vody.

10.4.5 Požadavky na vzduchotechniku

- Topná voda pro dohřev vzduchu ve výměníku vzduchotechnických jednotek bude mít teplotní spád 70/50 °C – na tento teplotní spád je nutno navrhnout výměník.

10.4.6 Požadavky na měření a regulaci

- Návrh systému regulace a měření a dodávka pohonů pro směšovací a regulační armatury včetně teplotních čidel (venkovní i vnitřní) dle zadaných parametrů,
- Provoz kotlů musí být spřažený s provozem nástěnného v technické místnosti. V případě nečinnosti ventilátoru budou plynové kondenzační kotle odstaveny.

10.5 Ochrana zdraví a životního prostředí

10.5.1 Vlivy na životní prostředí a hluk

Instalací a provozem otopné soustavy včetně všech zařízení nedojde ke zhoršení vlivů na životní prostředí.

Instalace nových zdrojů tepla 3x kondenzační kotel nebude nadměrně zatěžovat okolí hlukem při dodržení všech hygienických limitů dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Maximální hluk vydaný při chodu kotle je dle projekč-

ních podkladů výrobce $\ll 55$ dB (A). Měření hladiny hluku probíhalo v poloakusticky mrtvé komoře u kotle zapnutého na maximální tepelný výkon, s kouřovým systémem prodlouženým v souladu s normami výrobku. Přechodné zvýšení hluku a prašnosti po dobu výstavby bude v souladu s příslušnými hygienickými předpisy.

10.5.2 Vypouštění látky

Nově navržené plynové kondenzační kotle budou během provozu produkovat emise vznikající spalováním zemního plynu. Jedná se především o látky CO_2 – oxid uhličitý, CO – oxid uhelnatý, NO_x – oxidy dusíku. Oproti stávajícímu řešení (zdroj tepla – plynové kotle) nedojde k navýšení produkce emisí. Nové zdroje tepla pracují efektivněji a s nižší produkcí vypouštěných látek.

Při provozu plynových kondenzačních kotlů bude vznikat kondenzát, ten bude odveden do kanalizace. Před vypuštěním do kanalizace bude zneutralizován v neutralizačním zařízení – neutralizační box Brilon Neutra N 70.

10.5.3 Hospodaření s odpady

Při instalaci zařízení i jeho provozu je nutno plnit požadavky na hospodaření s odpady dle zákona 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

10.6 Bezpečnost a požární ochrana

10.6.1 Požární ochrana

Při instalaci a provozu zařízení nejsou kladeny zvláštní požadavky na požární ochranu.

10.6.2 Bezpečnost při realizaci díla

Bezpečnost při realizaci díla - bezpečnost práce a technických zařízení při stavebních pracích zajišťuje zhotovitel. Veškeré práce mohou provádět pouze osoby (fyzické i právnické) s odpovídající kvalifikací. Při provádění všech prací je nutné dodržet nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništi. Při instalaci prvků otopné soustavy je třeba respektovat nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

10.6.3 Bezpečnost při provozu a užívání zařízení

Při obsluze zařízení je nutno dodržovat postupy uvedené v návodech k obsluze zařízení a pokynech pro obsluhu zařízení. Předání návodů a pokynů pro obsluhu zařízení a zaškolení obsluhy je povinností zhotovitele zařízení.

10.6.4 Zkoušky otopné soustavy

Po dokončení montáže se provede zkouška dle ČSN 06 0310 za přítomnosti projektanta, dodavatele a investora. Před zkoušením se provede propláchnutí soustavy. O veškerých kontrolách a přejímkách se provedou písemné zápisy dle ČSN 06 0310. Po odzkoušení dodavatel provede poučení provozovatele o obsluze zařízení a předá mu dokumenty k obsluze a údržbě.

- Zkouška těsnosti:

- bude provedena před zazdění drážek, zakrytím lišt, provedení nátěrů a izolací,
- bude provedena na nejvyšší dovolený přetlak soustavy,
- soustava zůstane napuštěná minimálně 6 hodin
- během zkoušky nesmí dojít k poklesu vody v expanzní nádobě nebo jinému projevu netěsností.
- Provozní zkouška – dilatační
 - Ohřátí teplotnosné látky na maximální teplotu a zchlazení na teplotu okolního vzduchu. Opakovat dvakrát.
- Provozní zkouška – topná
 - Kontrola správných funkcí všech armatur a zařízení, rovnoměrné ohřívání otopných těles, dosažení všech provozních stavů, funkce MaR apod.

10.7 Závěr

Ze zjištěných okolností vyplývá, že stavbu lze v plném rozsahu provést, tak jak byla navržena v tomto projektu.

Při realizaci budou dodržovány všechny příslušné zákony, vyhlášky, normy a bezpečnostní předpisy. Vytápěcí systém může být uveden do provozu až po provedení provozních a tlakových zkoušek dle ČSN 060310.

Stavba nebude mít negativní vliv na životní prostředí. Dokumentace obsahuje všechny náležitosti předepsané vyhl. o dokumentaci staveb.

V Brně 01/2018

Bc. Vojtěch Dužík

11 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Výkresová dokumentace je uložena v příloze. Seznam výkresů:

Č. výkresu	Název	Měřítko
D.4.4.01_A	PŮDORYS 1.PP	1:100
D.4.4.01_B	PŮDORYS 1.PP - VARIANTNÍ ŘEŠENÍ	1:100
D.4.4.02	PŮDORYS 1.NP	1:100
D.4.4.03	PŮDORYS 2.NP	1:100
D.4.4.04	PŮDORYS 3.NP	1:100
D.4.4.05	PŮDORYS 4.NP	1:100
D.4.4.06	PŮDORYS 5.NP	1:100
D.4.4.07	PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	1:25
D.4.4.08_A	SCHÉMA ZAPOJENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	1:25
D.4.4.08_B	SCHÉMA ZAPOJENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI - VARIANTNÍ ŘEŠENÍ	1:25

C. Experimentální řešení a zpracování výsledků

1 ÚVOD

1.1 Cíl experimentu

Globální spotřeba energie v poslední době prudce narůstá se současným zvyšováním její ceny a vyčerpáváním tradičních zdrojů. Přísné požadavky na šetření energie a celkové snižování její spotřeby se silně dotýkají mimo jiné i stavebnictví. Z tohoto důvodu je dnešní navrhování staveb z velké části orientované na příznivý ekonomický provoz. Náklady spojené s provozem každé stavby tvoří mnoho nejrůznějších položek podle jejího charakteru. Jednou z nich je bezesporu spotřeba energie na přípravu teplé vody. V teoretické části jsem již podrobněji popisoval, že existuje mnoho způsobu, jak snížit spotřebu využitím odpadního tepla. V této části mé diplomové práce se pokusím experimentálně vyhodnotit a posoudit přínos jednoho z nich. Konkrétně jsem si vybral sprchový rekuperační výměník tepla, který využívá teplo z vody na sprchování. Jedná se tedy o lokální využívání odpadního tepla pomocí výměníku umístěného pod sprchovací vaničku, jímající teplo z aktuálně odtékající sprchovací vody na současný předehřev studené vody. Šetření energie v tomto případě spočívá v úspoře odběru teplé vody.

Nejznámějším produktem vyskytujícím se na trhu je sprchový výměník NELA od společnosti Sakal – OVT, který se v nedávné době objevil na trhu. Výrobce ve svých prospektech k tomuto zařízení tvrdí, že voda smíšená ve sprchovací baterii se při sprchování ochladí přibližně o 5°C a dále než odtéče do kanalizace, předehřeje pomocí rekuperačního výměníku studenou vodu přiváděnou do sprchové baterie o cca 12 – 14 °C. Dále se zde uvádí, že sprchový výměník dokáže využít 45 % energie ze sprchovací vody pro předehřátí studené vody, a zároveň tím značně sníží spotřebu teplé vody až o 45 %. [42] Při takové úspoře energie se tento výměník na první pohled jeví jako poměrně efektivní rekuperační aparát. Je však důležité brát v úvahu, že potencionální využití energie pro předehřev studené vody neznamena automaticky úsporu energie na sprchování. Energie, kterou je nutné dodat pro samotné sprchování, nezávisí pouze na teplotě studené vody, ale i na teplotě teplé vody a jejich průtokovém poměru směšování při vystupující teplotě vody smíšené ze sprchovací baterie. Z tohoto důvodu se úspora energie deklarovaná výrobcem jeví jako zavádějící.

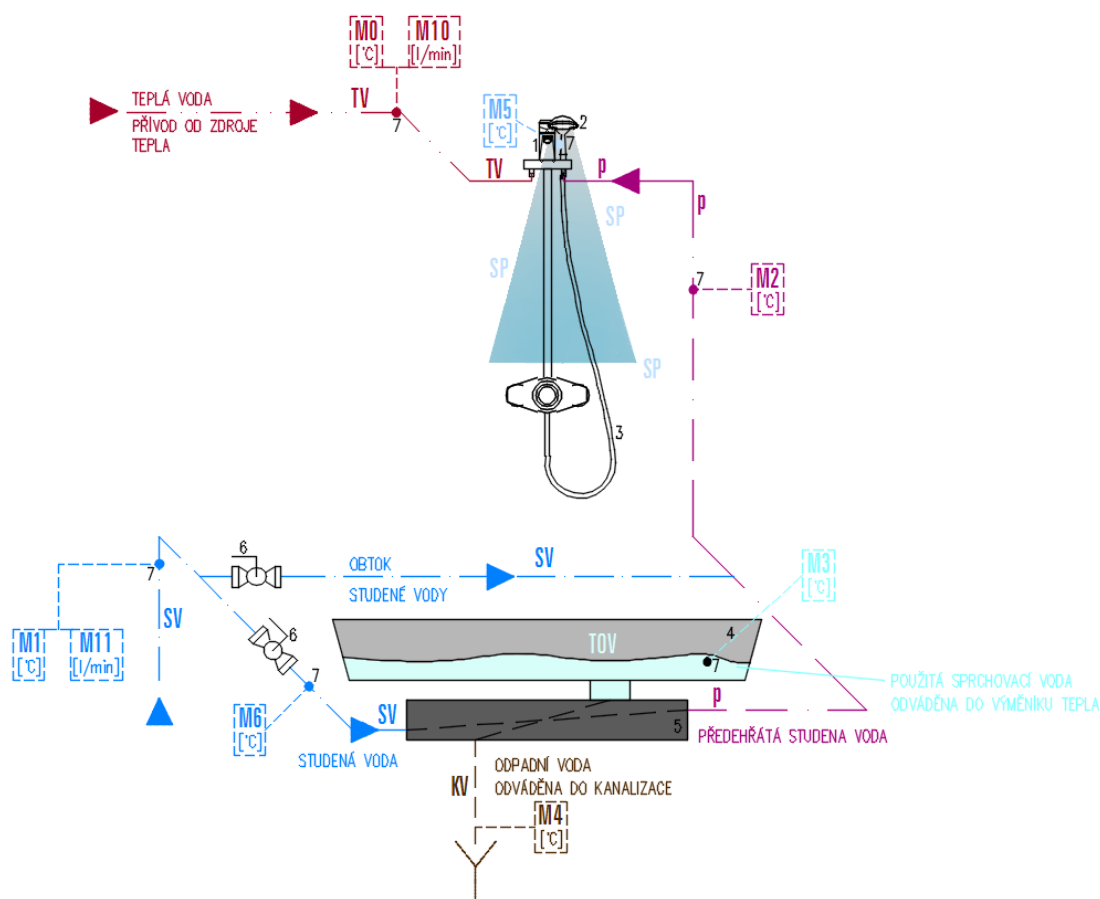
Hlavním smyslem tohoto experimentu bude tedy stanovit účinnost – kolik energie dokáže využít na předehřev teplé vody a poměrnou úsporu tepla – skutečnou úsporu energie předmětného sprchového výměníku při různých provozních podmínkách a ověřit pravdivost údajů uváděné výrobcem. Na základě zjištěných vlastností bych chtěl dále objektivně zhodnotit a posoudit jeho přínos pro reálné použití s ohledem na pořizovací investice a životnost zařízení. Dalším neméně podstatným cílem je experimentálně ověřit platnost základních fyzikálních zákonů a zároveň si také prohloubit praktické zkušenosti s experimentálním měřením.

Samotné experimentální měření bude probíhat přímo na Fakultě stavební Vysokého učení technického v Brně, Ústav technických zařízení budov v laboratoři E520. V této laboratoři je instalován potřebný experimentální model (sprcha se sprchovým výměníkem) a všechny další potřebné komponenty pro vyhotovení měření. Chtěl bych proto poděkovat Ústavu technických zařízení budov za umožnění využití jejich zařízení a také všem jejich pracovníkům, kteří mi pomohli zahájit experiment ve smyslu zprovoznění a nastavení měřidel a odstranění drobných vad na

modelu. Pro získání co nejobjektivnějších výsledků bude měření probíhat ve třech režimech: laboratorní podmínky se zdrojem tepla pro ohřev teplé vody v podobě elektrokotle, laboratorní podmínky se zdrojem tepla pro ohřev teplé vody v podobě plynového kotle a reálné podmínky se sprchující se osobou se zdrojem tepla pro ohřev teplé vody v podobě elektrokotle.

1.2 Teoretický rozbor experimentu

Experimentální měření bude provedeno na fyzikálním modelu tvořeným běžnou sprchou s pákovou směšovací baterií (1), sprchovací hadicí (3) a nastavitelnou sprchovou hlavicí (2). Použitá voda po sprchování odtéká do sprchové vaničky (4), pod kterou je umístěn rekuperační výměník NELA (5) pro využití odpadního tepla. Na potrubí zajišťující přívod a odvádění vody jsou osazeny příslušné armatury (6) a měřící body (7) pro zjišťování potřebných veličin – teploty a průtoku. Zjednodušené pracovní schéma fyzikálního modelu je znázorněn na následujícím obrázku.



Obrázek 1.1 Zjednodušené schéma experimentálního modelu

Jak je již dříve uvedeno, základními parametry pro posouzení a vyhodnocení tohoto experimentu budou: účinnost rekuperačního výměníku, poměrná úspora tepla a ekonomické zhodnocení přínosu zařízení. Účinnost rekuperačního výměníku η_1 představuje procentuální využití potenciální energie z použité sprchovací vody (TOV) na přehřev studené vody. Teoretická účinnost samotného rekuperačního výměníku při zpětném získávání tepla z odpadní vody můžeme obecně určit podle vztahu:

$$\eta_1 = \frac{Q_{SK}}{Q_{MAX}} [-] \quad (1.107)$$

kde: Q_{SK} - skutečný tepelný výkon přenesený z rekuperačního výměníku (5) do studené vody (SV) k jejímu předehřevu [W],

Q_{MAX} - maximální teoretický možný tepelný výkon rekuperačního výměníku (5) pro předehřev studené vody (SV) [W].

Upravíme-li vztah (1.107) dle základní kalorimetrické rovnice dostaneme účinnost rekuperačního výměníku vyjádřenou vztahem:

$$\eta_1 = \frac{V_{SV} \cdot \rho_{SV} \cdot c_{SV} \cdot (t_p - t_{SV})}{V_{MIN} \cdot \rho_{MIN} \cdot c_{MIN} \cdot (t_{OV} - t_{SV})} [-] \quad (1.108)$$

kde: V_{SV} - objemový průtok studené vody (SV) přiváděný do rekuperačního výměníku (5) [$m^3 \cdot s^{-1}$],

ρ_{SV} - hustota studené vody (SV) přiváděné do rekuperačního výměníku (5) [$kg \cdot m^{-3}$],

c_{SV} - měrná tepelná kapacita studené vody (SV) přiváděné do rekuperačního výměníku (5) [$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$]

t_p - teplota předehřáté studené vody (p) vystupující z rekuperačního výměníku (5) [$^{\circ}C$],

t_{SV} - teplota studené vody (SV) přiváděné do rekuperačního výměníku (5) [$^{\circ}C$],

V_{MIN} - menší hodnota z objemového průtoku studené vody (SV) a objemového průtoku použité (ochlazené) sprchovací vody (OV) [$m^3 \cdot s^{-1}$],

ρ_{MIN} - menší hodnota z hustoty studené vody (SV) a hustoty použité (ochlazené) sprchovací vody (OV) [$kg \cdot m^{-3}$],

c_{MIN} - menší hodnota z měrné tepelné kapacity studené vody (SV) a měrné tepelné kapacity použité (ochlazené) sprchovací vody (OV) [$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$],

t_{OV} - teplota použité (ochlazené) sprchovací vody (OV) přiváděné do rekuperačního výměníku (5) [$^{\circ}C$],

Protože účinnosti rekuperačních tepelných výměníků nejsou ani zdaleka stoprocentní a mimo to dochází i k dalším ztrátám tepla v jednotlivých částech modelu, přičemž předehřátá voda (p) se ohřeje pouze na určitou omezenou teplotní úroveň a požadovaná teplota vody vytékající ze sprchové hlavice (SP) se zajistí mísením předehřáté vody (p) s vodou teplou (TV), lze v tomto případě tvrdit, že průtok studené vody (SV) vstupující do rekuperačního výměníku (5) bude vždy menší než průtok smíšené sprchovací vody (SP) vytékající ze sprchové hlavice (2). Na základě této skutečnosti můžeme upravit vztah (1.108) a následně ho zjednodušit. Pak dostaneme vztah, který vyjadřuje teplotní účinnost rekuperačního výměníku (5) pouze poměrem rozdílu teplot:

$$\eta_1 = \frac{V_{SV} \cdot \rho_{SV} \cdot c_{SV} \cdot (t_p - t_{SV})}{V_{SV} \cdot \rho_{SV} \cdot c_{SV} \cdot (t_{OV} - t_{SV})} = \frac{(t_p - t_{SV})}{(t_{OV} - t_{SV})} \quad [-] \quad (1.109)$$

Je zřejmé, že čím bude účinnost rekuperačního výměníku η_1 větší, tím bude zpětné získávání tepla efektivnější. Hodnota účinnosti rekuperačního výměníku však nepředstavuje skutečnou uspořenou energii, neboť nezohledňuje úsporu energie na přípravu teplé vody (TV), ale pouze schopnost předejřát studenou vodu (SV). Proto bude dalším zkoumaným a z ekonomického hlediska důležitým parametrem tzv. poměrná úspora tepla. Tato bezrozměrná veličina představuje poměr rozdílu množství tepla potřebného k dosažení požadovaného průtoku příslušné teploty z výtokové hlavice sprchy (SP) bez rekuperačního výměníku (5) a s rekuperačním výměníkem (5) k právě již zmiňovanému teplu bez rekuperačního výměníku (5). Jinými slovy je to poměr uspořené energie při sprchování instalací sprchového výměníku k celkové energii vynaložené na stejné sprchování bez výměníku. Matematicky lze tento vztah zapsat:

$$\Theta_{ZZT} = \frac{Q_{bez,RV} - Q_{s,RV}}{Q_{bez,RV}} \quad [-] \quad (1.110)$$

kde: $Q_{bez,RV}$ - množství tepla potřebného k dosažení požadovaného průtoku příslušné teploty z výtokové hlavice sprchy (SP) bez rekuperačního výměníku (5) [W] (energie na ohřev teplé vody),
 $Q_{s,RV}$ - množství tepla potřebného k dosažení požadovaného průtoku příslušné teploty z výtokové hlavice sprchy (SP) s rekuperačním výměníkem [W] (energie na ohřev teplé vody).

Jednotlivé množství tepla se pak určí podle vztahů:

$$Q_{bez,RV} = V_{TV,bez,RV} \cdot \rho_{SV} \cdot c_{SV} \cdot (t_{TV} - t_{SV}) \quad [W] \quad (1.111)$$

$$Q_{s,RV} = V_{TV,s,RV} \cdot \rho_{SV} \cdot c_{SV} \cdot (t_{TV} - t_{SV}) \quad [W] \quad (1.112)$$

kde: $V_{TV,bez,RV}$ - objemový průtok teplé vody (TV) přiváděný do směšovací baterie (1) [$m^3 \cdot s^{-1}$] v případě bez předejřátí studené vody (SV),
 $V_{TV,s,RV}$ - objemový průtok teplé vody (TV) přiváděný do směšovací baterie (1) [$m^3 \cdot s^{-1}$] v případě s předejřátím studené vody (SV), naměřeno experimentálně,
 ρ_{SV} - hustota studené vody (SV) přiváděné do zdroje tepla [$kg \cdot m^{-3}$],
 c_{SV} - měrná tepelná kapacita studené vody (SV) přiváděné do zdroje tepla [$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$],
 t_{TV} - teplota teplé vody (TV) vystupující z do směšovací baterie (1) [$^{\circ}C$],
 t_{SV} - teplota studené vody (SV) přiváděné do zdroje tepla [$^{\circ}C$].

Po dosazení rovnic (1.111) a (1.112) do vztahu (1.110) a po zjednodušení dostaneme poměrnou úsporu vyjádřenou:

$$\Theta_{ZZT} = 1 - \frac{V_{TV,s,RV}}{V_{TV,bez,RV}} [-] \quad (1.113)$$

Na základě výše popsaných vztahů lze tvrdit, že teplota předehřáté studené vody (p) je ovlivněná průtokem a teplotou namíchané sprchovací vody (SP). Obecně by tedy mělo platit, že čím je tento průtok menší a tato teplota vyšší, tím se by měl sprchový výměník (5) předehřívát studenou vodu (SV) s vyšší účinností η_1 v oblasti běžných teplot pro sprchování. Dále po rozebrání jednotlivých vztahů je jasné, že účinnost sprchového výměníku η_1 nebude stejná jako poměrná úspora tepla Θ_{ZZT} . Jedná se o rozdílné veličiny, které se vzájemně ovlivňují. Lze očekávat vyšší schopnost výměníku (5) využít teplo pro předehřev studené vody než uspořit energii na ohřev teplé vody.

Pro ekonomické vyhodnocení přínosu sprchového výměníku bylo nutné stanovit následující veličiny. Prvními jsou energie na přípravu teplé vody s a bez rekuperačního výměníku (5):

$$E_{bez,RV} = V_{TV,bez,RV} \cdot \rho_{SV} \cdot c_{SV} \cdot (t_{TV} - t_{SV}) \cdot \tau \quad [\text{kWh}] \quad (1.114)$$

$$E_{s,RV} = V_{TV,s,RV} \cdot \rho_{SV} \cdot c_{SV} \cdot (t_{TV} - t_{SV}) \cdot \tau \quad [\text{kWh}] \quad (1.115)$$

kde: τ - délka sprchování [s].

- Úspora energie na jedno sprchování:

$$E_{u,sp} = E_{bez,RV} - E_{s,RV} \quad [\text{kWh}] \quad (1.116)$$

- Uspořená energie za časový úsek (y):

$$E_{u,y} = E_{u,sp} \cdot n \quad [\text{kWh}] \quad (1.117)$$

kde: n - počet sprchování pro daný časový úsek (y)

- Uspořená částka za časový úsek (y) pro daný zdroj tepla (z):

$$U_{z,y} = E_{u,y} \cdot C_n \quad [\text{Kč}] \quad (1.118)$$

kde: C_n - Cena za energii podle zdroje tepla [$\text{Kč} \cdot \text{kWh}^{-1}$]

- Návratnost sprchového výměníku (5) při používání daného zdroje tepla teplé vody (TV):

$$N_z = \frac{N}{U_{z,y}} \quad [\text{rok}] \quad (1.119)$$

kde: N - průměrná pořizovací cena sprchového výměníku

2 METODIKA MĚŘENÍ A ZPRACOVNÍ DAT

2.1 Popis experimentálního modelu

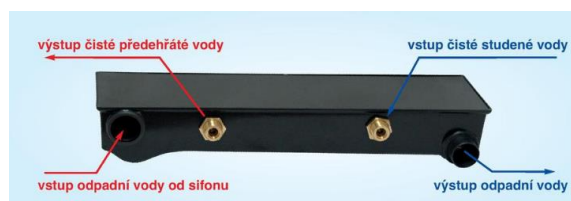
Zjednodušené schéma popisující fungování fyzikálního modelu a rozmístění měřících bodů již bylo uvedeno v předchozí kapitole. Tato část popisuje technické vlastnosti prvků experimentálního modelu a použitých měřících zařízení. Na následujícím obrázku jsou fotografie fyzikálního modelu ve zkušební laboratoři. Jednotlivé prvky jsou označeny čísly stejnými jako u zjednodušeného schématu: sprcha s pákovou směšovací baterií (1), sprchovací hadice (3) a nastavitelnou sprchovací hlavici (2), sprchovací vanička (4), rekuperační výměník NELA (5), armatury na zkušebním rozvodu (6), měřící body (7) a měřící ústředna (8).



Obrázek 2.1 Fotografie experimentálního modelu

2.1.1 Rekuperační výměník

Předmětem celého experimentu je sprchový rekuperační výměník Nela. Jedná se o zařízení, které dokáže využívat odpadní teplo ze sprchovací vody (SP) na předehřátí studené vody (SV). Teplosměnná plocha tohoto protiproudého výměníku je tvořena profilovanými deskami z leštěného nerezového plechu (AISI 316), tělo výměníku tvoří plastový obal (vakuový výtažek z plastu ABS). [76], [42]



Obrázek 2.2 Pohled na rekuperační výměník NELA [76]

Napojení odpadních vod – TOV (přiváděná ze sprchové vaničky (4) do výměníku (5)) a KV (odváděna z výměníku (5) do kanalizace) je pomocí plastového potrubí DN40. Pro připojení studené vody (SV) a předeřáté vody (p) se používají pancéřové hadice s převleknou maticí a plochým těsněním. Aby zařízení fungovalo efektivně, je nutné provádět jeho pravidelné čištění k odstranění usazených nečistot (vlasů, fragmentů kůže, mýdla apod.) na teplosměnné ploše. Nejjednodušší způsob čištění je pomocí roztoku, který se nalije do sifonu sprchovací vaničky (4). Není-li čištění roztokem účinné, musí se odstavit sprcha, rozebrat zařízení a vyčistit teplosměnné plochy. Na následující tabulce jsou uvedeny základní technické parametry tohoto rekuperačního výměníku (5). [76], [42]

Technické parametry rekuperačního výměníku	
Maximální pracovní teplota:	90°C
Maximální pracovní tlak:	16 bar
Čisté rozměry skříně:	552 x 144 x 87mm
Váha:	1800 g
Připojení odpadní strany:	DN40
Připojení vody:	G 3/4", (1/2")

Tabulka 2.1 Technické parametry rekuperačního výměníku NELA [42]

2.1.2 Zdroje tepla

Aby bylo možné provést porovnání poměrné úspory tepla θ_{ZZT} při různých teplotách teplé vody (TV), byly v rámci toho experimentu použity dva zdroje pro její ohřev.

1. zdrojem byl elektrokotel umístěný v laboratoři. Tento zdroj tepla byl schopen ohřát teplou vodu (TV) tak, že v místě měření (u sprchové baterie) měla teplotu 48 – 50 °C.

2. zdrojem tepla byl plynový kondenzační kotel QUANTUM Q7K-24-18COMBI-HRE, který byl schopen zajistit ve stejném místě teplotu teplé vody (TV) 54 – 56 °C.



Obrázek 2.3 2. zdroj tepla – plynový kondenzační kotel umístěný v laboratoři

	JEDNOTKA	Q7K-24- 18COMBI-HRE	Q7K-28- 24COMBI-HRE	Q7K-36- 30COMBI-HRE	Q7K-36- 48COMBI-HRE
JMENOVITÝ VÝKON	kW	6,2 - 24,6	7,9 - 31,1	8,0 - 36,3	8,0 - 46,3
ROZSAH NASTAVENÍ TEPELNÉHO VÝKONU 80/60 ° C	kW	5,4 - 17,8	6,9 - 22,8	7,1 - 26,3	7,7 - 40,9
ROZSAH NASTAVENÍ TEPELNÉHO VÝKONU 50/30 ° C	kW	5,9 - 18,1	7,6 - 23,4	7,8 - 27,1	8,5 - 42,2
ÚČINNOST V REŽIMU OHŘEVU TV	%	89,2	93,9	95,8	89,3
MNOŽSTVÍ TV MINIMÁLNÍ	l	2	2	2	2
MNOŽSTVÍ TV PRO TEPLotu VODY 60°C	l/min	6	7,5	9	9
MNOŽSTVÍ TV PRO TEPLotu VODY 40°C	l/min	10	12,5	15	15
OBJEM EXPANZNÍ NÁDOBY (VOLITELNÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ)	l	8	8	8	8
ELEKTRICKÝ PŘÍKON - STAND BY / PROVOZNÍ / MAXIMÁLNÍ	W	2,4 / 40 / 105	2,4 / 40 / 105	2,4 / 40 / 105	2,4 / 40 / 105
TŘÍDA ERP		A/A	A/A	A/A	A/A
DEKLAROVANÝ ZÁTĚŽOVÝ PROFIL		XL	XL	XL	XL

Tabulka 2.2 Tabulka základních technických vlastností 2. zdroje tepla [77]

2.2 Měřicí technika

Pro měření a zaznamenání potřebných hodnot jsem využil níže popsané přístroje, které mi byly poskytnuty Ústavem technických zařízení budov – FAST VUT v Brně.

2.2.1 Měřicí ústředna

Potřebné veličiny (teplota a průtoky vody) byly naměřeny a zaznamenány pomocí univerzálního, měřicího přístroje s programovatelnými konektory – Almemo 3290. Princip měření tohoto zařízení spočívá v součinnosti mikroprocesorem řízeného indikačního přístroje s vysokou rozlišovací schopností a Almemo konektorů. Konektory, kterými se k měřicí ústředně připojují různá čidla, bývají často označovány jako inteligentní, neboť disponují pamětí pro uložení parametrů snímače. Naměřené hodnoty lze průběžně kontrolovat na LCD displeji ústředny. Soubor získaných dat se po ukončení experimentu snadno exportuje do počítače pomocí jednoduchého softwaru. [78]

Před prvním měřením bylo provedeno umístění a zapojení měřících čidel a sond – termočlánky NiCr pro měření teplot a sondy pro měření průtoku vybavené příslušnou zástrčkou do měřicí ústředny. Dále následovalo nastavení parametrů měření: seřízení měřících kanálů, způsob a forma ukládání naměřených hodnot, stanovení měřících cyklů apod. Před každým vlastním měřením byly jednotlivé nastavené parametry zkontrolovány. Správnost měření jsem primárně ověřoval během měření (náhodné porovnání hodnoty vybrané veličiny s intervalem očekávaných hodnot) a sekundárně při zpracovávání naměřených dat zavedením jednoduchých fyzikálních podmínek.



Obrázek 2.4 Měřicí ústředna Almemo 3290 [78]

2.2.2 Měřicí čidla

Měřené veličiny byly snímány pomocí čidel připojených k měřicí ústředně. První skupinou použitých čidel byly snímače průtoku a teploty kapalin – měřící body: M0+M10, M1+M11. Dále bylo měřeno ponorným teplotním čidlem – měřící bod M2, které bylo integrované v potrubním rozvodu. Poslední skupinou čidel byly termočláňkové dráty NiCr-Ni (K): měřící body: M3, M4, M5 a M6.



Obrázek 2.5 Snímač průtoku kapalin a termočláňkové dráty [79]

2.2.3 Další použité měřicí prostředky

- Měřič teploty a vlhkosti
- Stopky
- Termodraty

2.3 Postup a realizace měření

Nejdříve bylo nutné stanovit cíle celého experimentu a určit posuzované veličiny. Následně jsem provedl teoretickou analýzu problematiky včetně objasnění všech vztahů hledaných veličin. Před prvním měřením jsem provedl důkladnou kontrolu funkčnosti experimentálního modelu (správnost zapojení, kontrolu zdrojů tepla, těsnost spojení jednotlivých částí potrubí apod.). Poté jsem osadil měřicí čidla na experimentální model všude tam, kde bylo potřebné zjistit hodnoty posuzovaných veličin. Čidla byla propojená s měřicí ústřednou, která spolupracovala s připojeným počítačem ve smyslu zobrazení a exportu naměřených dat. Každé vlastní měření začínalo zkušební fází. Při ní byla teplota sprchovací vody (SP) nejnižší možná (téměř rovná teplotě studené vody (SV)). Tím došlo k odběru neproudící vody v potrubí, která byla vlivem teploty okolního prostředí ohřátá. Zároveň po tomto odběru došlo ke sjednocení naměřených hodnot teplot – všechny byly přibližně na úrovni teploty studené vody (SV) (mimo teplotu čidla teplé vody (TV)). Toto jednoduché ověření naměřených teplot sloužilo jako vstupní kontrola správného fungování měřících čidel každého měřícího cyklu.

Samotné měření jsem rozdělil na tři části: laboratorní podmínky s 1. zdrojem tepla, laboratorní podmínky s 2. zdrojem tepla a reálné podmínky – sprchování se sprchující se osobou. Při laboratorních podmínkách byla sprchová hlavice spuštěna do sprchové vaničky v blízkosti odpadu. Z tohoto důvodu bylo během laboratorních podmínek naměřeno minimální vychlazení sprchovací vody (SP). Při reálných podmínkách byla sprchová hlavice ve standardní poloze a sprchovací voda stékala po povrchu lidského těla a sprchové vaničky do odpadu. Tím došlo k nárůstu tepelných ztrát a snížení efektivity sprchového výměníku (5). I přes snahu vytvořit co nejreálnější podmínky, je pravděpodobné, že v opravdovém provozu dojde k ještě většímu nárůstu tepelných ztrát při sprchování. Měření při reálných podmínkách v laboratoři totiž probíhalo delší časový úsek, při kterém došlo k zahřátí povrchu lidského těla a sprchovací vaničky. Při měření jsem se snažil zachytit efektivitu sprchového výměníku (účinnost η_1 a poměrnou úsporu tepla θ_{ZZT}) pro různé okrajové podmínky – průtok sprchovací vody (SP) cca 3,5 až 12 l/min a teplotu sprchovací vody cca 36 až 45 °C. Jelikož byla k dispozici pouze páková směšovací baterie, bylo značně problematické systematicky rozdělit okrajové podmínky po jednotlivých krocích. Z toho důvodu, můžeme v grafu výsledků vidět, že jsou body naměřeny pro jednotlivé okrajové podmínky nepravidelné s rozdílnou četností.

Po dokončení každého měření jsem provedl export a zálohování získaných dat. Následně jsem podrobněji analyzoval naměřené hodnoty pomocí výpočetního programu MS Excel – viz. další kapitola. Poté jsem ve stejném programu vypočítal hledané parametry a vytvořil jednotlivé grafické závislosti. Na základě takto získaných výsledků jsem vyhodnotil přínos předmětného sprchového výměníku (5). Výsledky experimentu jsou dále prezentovány v dalších kapitolách.

2.4 Analýza naměřených dat

Naměřena data bylo nutné podrobně kontrolovat a následně odstranit případné chybně získané údaje. Primární kontrolu jsem prováděl již během měření. Na základě odhadu jsem stanovil pro jednotlivé měřené veličiny poměrně široký interval očekávaných hodnot. V průběhu měření jsem pak vizuálně na displeji měřící ústředny kontroloval libovolně vybranou veličinu, zařazením její hodnoty do očekávaného intervalu. V případě objevení chyby jsem zastavil měření, našel a opravil její příčinu a následně pokračoval dále v měření. Sekundární kontrolu pořízených údajů jsem prováděl při podrobnějším zpracování a analýze dat ve výpočtovém programu MS Excel. Samotná kontrola je založena na zavedení jednoduchých fyzikálních podmínek, které vylučují ze souboru naměřených dat nesmyslné hodnoty. Nereálné hodnoty byly zaznamenány z důvodu chyb měřících zařízení (např. vada termočlásku) nebo také vlivem jejich nepřesnosti. Hlavním důvodem chybného měření však bylo problematické umístění termočlásku na některé měřící body experimentálního modelu. Teplota studené (SV) a předehřáté studené (p) vody se měřila ve formě snímání povrchové teploty příslušného potrubí (ocelové a plastové). Tyto teploty jsou proto do jisté míry zatíženy chybou vlivem okolí (teploty a vlhkosti vzduchu v laboratoři) a časovou setrvačností mezi změnou teploty předehřáté vody (p) a dosažení stejné teploty na povrchu jejího potrubí. Podobně tomu je i u teploty sprchovací vody (SP). Teploty odpadních vod (TOV a KV) byly měřeny vložением příslušného vhodného termočlásku přímo do daného potrubí experimentálního modelu, které dosahovalo stoprocentního stupně plnění jen výjimečně. I přesto, že bylo provedeno pečlivé zatěsnění potrubí a umístění termočlásku do spodní částí jeho

průřezu, docházelo k jeho vychýlení. Naměřené hodnoty v těchto případech neodpovídaly reálné teplotě odpadní vody, ale teplotě vzduchu v potrubí nad hladinou proudící odpadní vody. Základní zvolené podmínky pro vyselektování chybných dat (při nesplnění podmínky byla naměřena data vyloučena):

1. Teplota přehřáté vody (p) nesmí být menší než teplota studené vody (SV)

$$t_p \geq t_{sv} \quad [K] \quad (1.120)$$

Jedná se o logickou fyzikální podmínku, která říká, že teplota přehřáté vody (p, měřící bod M2) nemůže být po tepelné výměně ve sprchovém výměníku menší než teplota původní vstupující studené vody (SV, měřící bod M1). Jinými slovy to znamená, že se studená voda (SV) nemůže ve výměníku ochladit.

Naměřené hodnoty								Kontrola naměřených dat			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNK 1	PODMÍNK 2	PODMÍNK 3	PODMÍNK 4
$t_{TV} [^{\circ}C]$	$t_{SV} [^{\circ}C]$	$t_p [^{\circ}C]$	$t_{OV} [^{\circ}C]$	$t_{KV} [^{\circ}C]$	$t_{SP} [^{\circ}C]$	$m_{TV} [l \cdot min^{-1}]$	$m_{SV} [l \cdot min^{-1}]$				
49,2	19,0	18,9	37,2	32,7	37,7	6,98	4,28	NEVYHOVÍ	OK	OK	OK

Tabulka 2.3 Příklad chybně naměřených dat – nesplnění podmínky č. 1

Během měření došlo k uvolnění čidla na povrchu potrubí se studenou vodou (SV) nebo k poškození termočlánku. Chyba byla zjištěna až při zpracování a analýze naměřených dat.

2. Teplota vody odváděné do rozvodů vnitřní kanalizace (KV) nemůže být menší než teplota vody sprchovací zachycená ve vaničce (TOV)

$$t_{OV} \geq t_{KV} \quad [K] \quad (1.121)$$

Jedná se o druhou jednoduchou fyzikální podmínku, která říká, že sprchovací voda zachycená ve sprchovací vaničce (TOV, měřící bod M3) se při průchodu sprchovým výměníkem (tepelné výměně) a následně proměně na vodu odváděnou do kanalizace (KV, měřící bod M4) nemůže ohřát.

Naměřené hodnoty								Kontrola naměřených dat			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNK 1	PODMÍNK 2	PODMÍNK 3	PODMÍNK 4
$t_{TV} [^{\circ}C]$	$t_{SV} [^{\circ}C]$	$t_p [^{\circ}C]$	$t_{OV} [^{\circ}C]$	$t_{KV} [^{\circ}C]$	$t_{SP} [^{\circ}C]$	$m_{TV} [l \cdot min^{-1}]$	$m_{SV} [l \cdot min^{-1}]$				
50,3	12,2	22,1	36,2	36,4	36,7	3,00	2,80	OK	NEVYHOVÍ	OK	OK

Tabulka 2.4 Příklad chybně naměřených dat – nesplnění podmínky č. 2

Při tomto měření pravděpodobně došlo k vadě termočlánku. Naměřená hodnota neodpovídá reálné hodnotě odpadní vody (KV), chyba byla zjištěna až při zpracování a analýze naměřených dat.

3. Teplota vody sprchovací (SP) na výstupu ze sprchové hlavice nemůže být menší než teplota sprchovací vody zachycené ve sprchové vaničce (TOV)

$$t_{SP} \geq t_{OV} \quad [K] \quad (1.122)$$

Ačkoliv část měření probíhala pouze při laboratorních podmínkách užívání sprchy tzn. bez osoby, která by se ve sprše fyzicky sprchovala a způsobovala tak větší tepelné ztráty sprchovací vody (SP), teplota zachycené vody ve sprchové vaničce (TOV) se nemůže ohřát oproti původní hodnotě teploty sprchovací vody (SP) v běžných hodnotách teplot pro sprchování. Trasa sprchovací vody ze sprchové hlavice ke sprchovací vaničce bude vždy doprovázena tepelnou ztrátou (zahřátí cesty odpadní vody, odpar...). Chyba může nastat vadou měřícího zařízení nebo teoreticky i v případě snižování teploty sprchovací vody (SP, měřící bod M5) během měření a současném zahřátí zachycené vody (TOV, měřící bod M3) od ohřáté sprchové vaničky (4). Při měření účinnosti výměníku se sprchující se osobou jsou výše popsané tepelné ztráty prokazatelně větší.

Naměřené hodnoty								Kontrola naměřených dat			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNK 1	PODMÍNK 2	PODMÍNK 3	PODMÍNK 4
t_{TV} [°C]	t_{SV} [°C]	t_p [°C]	t_{OV} [°C]	t_{KV} [°C]	t_{SP} [°C]	m_{TV} [l·min ⁻¹]	m_{SV} [l·min ⁻¹]				
48,8	13,4	25,2	40,2	33,3	40,1	4,60	2,69	OK	OK	NEVYHOVÍ	OK

Tabulka 2.5 Příklad chybně naměřených dat – nesplnění podmínky č. 3

4. Omezení podmínky č. 4, maximální tepelná ztráta

$$(t_{SP} - t_{OV}) \leq 5,0 \quad [K] \quad (1.123)$$

Podmínka č. 5 navazuje na podmínku č.3 a vyjadřuje předpoklad, že maximální tepelná ztráta mezi trasou sprchovací vody (SP, měřící bod M5) ze sprchové hlavice ke sprchovací vaničce bude menší než 5,0 [K.] Tím je myšlený hlavně případ při reálných podmínkách, kdy se očekává určité vychlazení. U laboratorního měření by vychlazení mělo být v ideálním případě nulové.

Naměřené hodnoty								Kontrola naměřených dat			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNK 1	PODMÍNK 2	PODMÍNK 3	PODMÍNK 4
t_{TV} [°C]	t_{SV} [°C]	t_p [°C]	t_{OV} [°C]	t_{KV} [°C]	t_{SP} [°C]	m_{TV} [l·min ⁻¹]	m_{SV} [l·min ⁻¹]				
49,2	13,3	30,4	39,3	39,2	44,4	5,64	1,93	OK	OK	OK	NEVYHOVÍ

Tabulka 2.6 Příklad chybně naměřených dat – nesplnění podmínky č. 4

Rozdíl kontrolovaných hodnot činí v tomto případě 5,1 K, tepelná ztráta je příliš velká – při měření hodnot došlo k chybě.

3 ZHODNOCENÍ A POSOUZENÍ EXPERIMENTU

3.1 Zpracování výsledků měření

Naměřená data byla převedena z měřící ústředny do výpočetního programu MS Excel a následně podrobněji zanalyzována. Po vyloučení chybných dat jsem provedl výpočet hledaných parametrů. Samotné zpracovávání jsem rozdělil na dvě části. První část popisuje měření při laboratorních podmínkách a druhá část zohledňuje užívání sprchy se sprchující se osobou.

3.1.1 Laboratorní měření

Jednotlivé data pořízena při laboratorních podmínkách jsou uvedeny v následujících tabulkách. Měření probíhalo zvlášť pro dva zdroje tepla: 1. zdroj tepla – elektrokotel, 2. zdroj tepla – plynový kondenzační kotel.

1. Zdroj tepla – elektrokotel

Naměřené hodnoty							Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty				
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKA 1	PODMÍNKA 2	PODMÍNKA 3	PODMÍNKA 4	η_1 [%]	θ_{ZT} [%]	m_{sp} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t_{rv} [°C]	t_{sv} [°C]	t_t [°C]	t_{ov} [°C]	t_w [°C]	t_{sp} [°C]	m_v [l·min ⁻¹]	m_{sv} [l·min ⁻¹]								
49,2	13,3	30,4	43,7	39,2	44,4	5,64	1,93	OK	OK	OK	OK	54,9	10,6	7,57	6,31
49,7	13,2	30,5	43,2	35,7	43,8	4,66	2,06	OK	OK	OK	OK	56,4	13,3	6,72	5,38
49,2	13,5	30,4	43,6	39,0	44,4	5,64	1,93	OK	OK	OK	OK	54,6	10,5	7,57	6,30
50,0	13,0	29,9	43,5	36,1	44,2	5,18	2,10	OK	OK	OK	OK	54,1	12,0	7,28	5,89
50,0	13,0	29,8	43,5	36,0	44,2	5,23	2,10	OK	OK	OK	OK	53,7	11,9	7,33	5,93
49,7	13,2	30,1	42,9	35,5	43,8	4,80	2,06	OK	OK	OK	OK	55,1	12,7	6,86	5,50
48,9	13,2	29,5	42,2	36,8	42,8	4,56	2,09	OK	OK	OK	OK	55,0	13,2	6,65	5,26
50,0	13,0	29,7	43,9	36,1	44,2	5,16	2,06	OK	OK	OK	OK	53,4	11,7	7,22	5,85
49,2	12,7	29,7	43,2	37,6	43,6	4,80	1,93	OK	OK	OK	OK	54,9	12,2	6,73	5,47
50,0	12,7	29,3	43,1	36,4	43,9	5,71	2,39	OK	OK	OK	OK	53,3	12,2	8,10	6,50
49,9	13,0	29,6	43,5	36,0	44,2	4,80	1,87	OK	OK	OK	OK	53,1	11,5	6,67	5,42
50,0	12,7	29,3	43,1	36,6	43,9	5,79	2,42	OK	OK	OK	OK	53,2	12,2	8,21	6,59
49,0	13,2	29,3	42,3	36,4	42,8	4,50	2,06	OK	OK	OK	OK	54,2	13,0	6,56	5,18
50,0	12,7	29,4	43,0	36,3	43,8	5,59	2,41	OK	OK	OK	OK	53,8	12,6	8,00	6,40
49,2	12,7	29,2	43,3	37,6	43,5	5,31	2,12	OK	OK	OK	OK	53,6	11,8	7,43	6,02
50,0	12,7	28,9	43,3	36,3	43,9	5,79	2,36	OK	OK	OK	OK	52,0	11,7	8,15	6,56
49,2	13,2	28,9	42,2	36,0	42,8	4,48	2,06	OK	OK	OK	OK	53,0	12,8	6,54	5,14
49,2	13,2	28,8	42,2	36,3	42,8	4,50	2,06	OK	OK	OK	OK	52,8	12,7	6,56	5,15
48,9	13,2	28,7	42,1	36,6	42,7	4,57	2,03	OK	OK	OK	OK	52,7	12,4	6,60	5,22
50,0	12,9	29,2	43,2	36,1	44,0	5,18	2,10	OK	OK	OK	OK	52,4	11,7	7,28	5,86
50,0	12,7	28,6	43,4	36,5	44,1	6,35	2,42	OK	OK	OK	OK	50,7	10,8	8,77	7,12
49,2	12,7	28,6	42,6	37,9	43,3	6,05	2,43	OK	OK	OK	OK	52,0	11,5	8,48	6,84
49,2	12,7	28,6	42,8	37,7	43,3	6,05	2,43	OK	OK	OK	OK	52,0	11,5	8,48	6,84
50,0	12,7	28,5	43,4	36,5	44,1	6,41	2,42	OK	OK	OK	OK	50,2	10,6	8,83	7,17
49,2	13,2	28,5	42,3	36,5	42,8	4,61	2,06	OK	OK	OK	OK	51,6	12,2	6,67	5,25
49,2	13,2	28,5	42,2	36,5	42,8	4,61	2,06	OK	OK	OK	OK	51,6	12,2	6,67	5,25
50,0	12,7	28,4	43,3	36,6	44,1	6,42	2,42	OK	OK	OK	OK	50,2	10,6	8,84	7,18
50,0	12,7	28,3	43,2	36,5	44,0	6,35	2,42	OK	OK	OK	OK	49,7	10,6	8,77	7,10

Tabulka 3.1 Naměřená a zpracovaná data 1, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla

Naměřené hodnoty							Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty				
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKA 1	PODMÍNKA 2	PODMÍNKA 3	PODMÍNKA 4	η_i [%]	θ_{27} [%]	m_{sp}^{20} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t_{rv} [°C]	t_{sv} [°C]	t_b [°C]	t_{ov} [°C]	t_{kv} [°C]	t_{sp} [°C]	m_{rv} [l·min ⁻¹]	m_{sv} [l·min ⁻¹]								
49,2	12,7	28,1	42,5	37,1	43,0	6,59	2,74	OK	OK	OK	OK	50,8	11,5	9,33	7,45
50,0	12,7	28,5	43,5	36,3	43,9	5,78	2,29	OK	OK	OK	OK	50,7	11,1	8,07	6,50
50,0	12,7	28,2	43,2	36,5	44,0	6,41	2,44	OK	OK	OK	OK	49,6	10,6	8,85	7,17
50,0	12,9	27,9	42,8	36,3	43,7	6,81	2,72	OK	OK	OK	OK	48,8	10,7	9,53	7,63
50,0	12,9	27,7	42,9	36,2	43,6	6,75	2,72	OK	OK	OK	OK	48,3	10,7	9,47	7,56
49,2	12,7	27,1	42,1	36,6	42,7	6,57	2,74	OK	OK	OK	OK	48,0	10,9	9,31	7,37
50,0	12,7	27,3	42,8	36,4	43,7	6,75	2,60	OK	OK	OK	OK	47,2	10,1	9,35	7,51
50,0	12,7	27,3	42,8	36,5	43,7	6,75	2,60	OK	OK	OK	OK	47,2	10,1	9,35	7,51
50,0	12,7	27,2	42,9	36,4	43,7	6,81	2,60	OK	OK	OK	OK	46,8	10,0	9,41	7,56
49,7	13,2	26,9	42,3	35,9	43,1	7,13	2,90	OK	OK	OK	OK	45,7	10,1	10,03	7,93
49,7	13,4	25,5	41,9	35,5	42,7	7,13	2,90	OK	OK	OK	OK	41,3	9,0	10,03	7,84
49,3	13,4	26,6	41,8	35,2	42,6	7,42	3,10	OK	OK	OK	OK	45,1	10,0	10,52	8,25
48,9	13,5	25,3	41,1	33,7	42,0	7,35	3,04	OK	OK	OK	OK	41,5	9,1	10,39	8,08
49,3	12,4	24,5	41,2	36,4	41,8	6,47	2,80	OK	OK	OK	OK	41,1	9,6	9,27	7,16
49,3	12,3	24,4	41,1	35,8	41,7	6,43	2,82	OK	OK	OK	OK	41,1	9,7	9,25	7,12
49,3	12,4	24,3	40,8	34,1	41,6	7,56	3,37	OK	OK	OK	OK	40,8	9,7	10,93	8,38
49,3	12,4	24,1	40,6	34,3	41,3	7,37	3,43	OK	OK	OK	OK	40,5	10,0	10,80	8,18
49,3	12,4	24,0	40,6	34,2	41,3	7,37	3,41	OK	OK	OK	OK	40,2	9,8	10,78	8,17
49,3	12,4	25,5	40,6	34,2	41,3	6,27	3,18	OK	OK	OK	OK	45,4	11,9	9,45	7,12
49,4	12,4	24,1	40,2	34,3	41,2	6,47	3,10	OK	OK	OK	OK	40,6	10,2	9,57	7,20
49,3	12,4	25,6	40,5	34,2	41,2	5,89	3,05	OK	OK	OK	OK	45,7	12,1	8,94	6,70
49,4	12,4	23,9	40,4	34,3	41,1	7,08	3,41	OK	OK	OK	OK	40,0	10,1	10,49	7,87
49,5	12,4	23,5	40,4	34,4	41,1	7,13	3,41	OK	OK	OK	OK	38,8	9,7	10,54	7,90
49,7	12,3	23,6	40,4	34,4	41,1	7,08	3,47	OK	OK	OK	OK	39,1	10,0	10,55	7,87
49,4	12,4	24,7	40,5	34,0	41,1	5,90	2,98	OK	OK	OK	OK	42,7	11,1	8,88	6,64
49,2	13,0	26,3	40,7	35,4	41,1	4,99	2,74	OK	OK	OK	OK	47,5	13,0	7,73	5,73
49,3	12,4	23,6	40,2	33,9	41,0	7,13	3,41	OK	OK	OK	OK	39,3	9,8	10,54	7,91
49,3	12,3	25,1	40,4	34,3	41,0	6,27	3,28	OK	OK	OK	OK	44,7	12,0	9,55	7,12

Tabulka 3.2 Naměřená a zpracovaná data 2, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla

Naměřené hodnoty										Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKY 1			PODMÍNKY 2	PODMÍNKY 3	PODMÍNKY 4	η_l [%]	θ_{ZT} [%]	m_{3p} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t_v [°C]	t_{sv} [°C]	t_d [°C]	t_{ov} [°C]	t_w [°C]	t_g [°C]	m_v [l·min ⁻¹]	m_{sv} [l·min ⁻¹]										
49,3	12,4	25,4	40,3	34,1	41,0	5,78	3,08	OK	OK	OK	OK	OK	OK	45,5	12,3	8,86	6,59
48,9	13,1	27,0	40,1	33,1	41,0	3,98	2,24	OK	OK	OK	OK	OK	OK	49,7	13,8	6,22	4,62
49,4	12,4	23,7	40,3	34,3	40,9	7,26	3,58	OK	OK	OK	OK	OK	OK	39,5	10,1	10,84	8,08
49,4	12,4	24,6	40,3	34,3	40,9	6,28	3,28	OK	OK	OK	OK	OK	OK	42,9	11,4	9,56	7,09
48,9	13,1	26,9	40,2	33,0	40,9	3,91	2,24	OK	OK	OK	OK	OK	OK	49,8	13,9	6,15	4,54
48,9	13,2	27,0	40,1	32,7	40,9	3,98	2,29	OK	OK	OK	OK	OK	OK	49,8	14,0	6,27	4,63
48,8	13,2	27,2	40,1	32,7	40,9	3,98	2,29	OK	OK	OK	OK	OK	OK	50,4	14,1	6,27	4,64
49,2	12,4	23,5	40,1	33,8	40,8	7,75	3,77	OK	OK	OK	OK	OK	OK	39,2	9,9	11,52	8,60
49,3	12,4	24,4	40,2	34,2	40,8	6,57	3,41	OK	OK	OK	OK	OK	OK	42,3	11,2	9,98	7,40
49,3	12,4	24,6	40,2	34,2	40,8	6,27	3,28	OK	OK	OK	OK	OK	OK	42,8	11,4	9,55	7,08
49,3	12,4	24,6	40,2	34,1	40,8	6,14	3,23	OK	OK	OK	OK	OK	OK	43,1	11,6	9,37	6,94
49,3	12,4	24,9	40,2	34,0	40,8	6,14	3,28	OK	OK	OK	OK	OK	OK	44,0	11,9	9,42	6,97
49,3	12,4	25,3	40,2	34,2	40,8	5,65	3,10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	45,5	12,6	8,75	6,46
48,9	13,0	25,9	40,1	33,1	40,8	4,60	2,50	OK	OK	OK	OK	OK	OK	46,4	12,5	7,10	5,26
48,9	13,0	25,9	40,1	33,2	40,8	4,60	2,50	OK	OK	OK	OK	OK	OK	46,4	12,5	7,10	5,26
48,9	13,0	26,3	40,1	33,2	40,8	4,60	2,57	OK	OK	OK	OK	OK	OK	47,8	13,2	7,17	5,30
48,8	13,0	26,0	40,1	33,2	40,8	4,61	2,50	OK	OK	OK	OK	OK	OK	46,9	12,7	7,11	5,28
48,9	13,0	25,9	40,1	33,1	40,8	4,60	2,50	OK	OK	OK	OK	OK	OK	46,4	12,5	7,10	5,26
48,9	13,0	26,5	40,1	33,1	40,8	4,60	2,60	OK	OK	OK	OK	OK	OK	48,5	13,5	7,20	5,32
48,9	13,1	25,9	40,1	33,2	40,8	4,60	2,50	OK	OK	OK	OK	OK	OK	46,2	12,5	7,10	5,25
48,9	13,0	25,8	40,1	33,2	40,8	4,60	2,48	OK	OK	OK	OK	OK	OK	46,0	12,3	7,08	5,25
48,9	13,1	26,7	40,1	32,9	40,8	3,91	2,24	OK	OK	OK	OK	OK	OK	49,0	13,7	6,15	4,53
48,9	13,1	26,4	40,1	32,7	40,8	3,98	2,24	OK	OK	OK	OK	OK	OK	48,0	13,3	6,22	4,59
48,9	13,2	27,5	40,0	32,1	40,8	3,46	2,10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	51,6	15,0	5,56	4,07
48,9	13,3	27,1	40,0	32,0	40,8	3,48	2,06	OK	OK	OK	OK	OK	OK	50,2	14,3	5,54	4,06
48,9	13,3	27,5	40,0	32,0	40,8	3,43	2,09	OK	OK	OK	OK	OK	OK	51,7	15,0	5,52	4,04
48,8	13,4	27,2	40,0	32,0	40,8	3,48	2,05	OK	OK	OK	OK	OK	OK	50,4	14,3	5,53	4,06
48,5	13,5	28,0	40,0	31,9	40,8	3,42	2,05	OK	OK	OK	OK	OK	OK	52,9	15,2	5,47	4,03

Tabulka 3.3 Naměřená a zpracovaná data 3, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla

Naměřené hodnoty								Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKA 1	PODMÍNKA 2	PODMÍNKA 3	PODMÍNKA 4	η_i [%]	θ_{ZT} [%]	m_{sp}^{*} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t_{iv} [°C]	t_{sv} [°C]	t_b [°C]	t_{ov} [°C]	t_w [°C]	t_{sp} [°C]	m_{iv} [l·min ⁻¹]	m_{sv} [l·min ⁻¹]								
48,7	13,3	27,4	40,0	31,9	40,8	3,48	2,05	OK	OK	OK	OK	51,2	14,6	5,53	4,07
47,7	13,2	27,4	40,0	32,4	40,8	3,74	1,93	OK	OK	OK	OK	51,6	13,3	5,67	4,32
49,4	12,4	23,4	40,1	34,1	40,7	7,13	3,58	OK	OK	OK	OK	38,8	10,0	10,71	7,93
49,3	12,4	23,5	40,0	34,2	40,7	7,13	3,56	OK	OK	OK	OK	39,1	10,1	10,69	7,93
49,4	12,3	23,4	40,1	33,7	40,7	7,13	3,58	OK	OK	OK	OK	39,0	10,1	10,71	7,93
49,5	12,4	23,6	40,2	34,5	40,7	6,62	3,41	OK	OK	OK	OK	39,6	10,5	10,03	7,39
49,4	12,4	23,9	40,2	34,2	40,7	6,64	3,43	OK	OK	OK	OK	40,5	10,1	10,07	7,44
49,5	12,4	23,7	40,1	34,1	40,7	6,57	3,41	OK	OK	OK	OK	40,1	10,5	9,98	7,35
48,9	13,0	25,5	40,0	33,1	40,7	4,59	2,48	OK	OK	OK	OK	45,2	12,2	7,07	5,23
48,9	13,2	26,5	40,0	32,4	40,7	3,61	2,09	OK	OK	OK	OK	48,5	13,6	5,70	4,18
49,2	12,7	25,4	40,2	34,5	40,7	4,50	2,50	OK	OK	OK	OK	45,4	12,5	7,00	5,15
49,2	12,7	25,4	40,3	35,0	40,7	4,50	2,50	OK	OK	OK	OK	45,4	12,5	7,00	5,15
49,2	12,7	25,2	40,1	35,0	40,7	4,55	2,50	OK	OK	OK	OK	44,8	12,3	7,05	5,19
49,2	13,1	25,5	41,7	35,8	42,3	6,83	2,80	OK	OK	OK	OK	42,4	9,3	9,63	7,53
49,0	13,1	23,9	40,0	36,0	40,1	7,12	3,90	OK	OK	OK	OK	39,8	10,7	11,02	7,98
48,8	13,4	25,2	39,9	33,3	40,1	4,60	2,69	OK	OK	OK	OK	44,3	12,4	7,29	5,25
48,9	13,2	25,7	39,9	32,6	40,2	3,61	2,17	OK	OK	OK	OK	46,4	13,3	5,78	4,17
49,2	12,7	25,8	39,7	34,4	40,6	3,98	2,31	OK	OK	OK	OK	46,9	13,4	6,29	4,59
49,1	12,3	21,1	39,6	32,4	40,3	7,54	3,46	OK	OK	OK	OK	31,5	7,6	11,00	8,16
49,2	12,4	23,5	39,6	33,8	40,2	5,76	3,10	OK	OK	OK	OK	39,8	10,8	8,86	6,46
49,2	12,4	23,7	39,6	33,7	40,2	5,65	3,09	OK	OK	OK	OK	40,8	11,2	8,74	6,36
49,2	12,4	23,6	39,6	33,7	40,2	5,47	2,96	OK	OK	OK	OK	40,2	10,9	8,43	6,14
49,2	12,5	23,9	39,6	33,6	40,2	5,59	3,09	OK	OK	OK	OK	41,2	11,4	8,68	6,31
49,2	12,4	21,8	39,6	34,8	39,8	7,45	3,90	OK	OK	OK	OK	34,5	9,1	11,35	8,20
48,0	12,2	21,6	40,2	34,9	41,0	7,75	2,79	OK	OK	OK	OK	32,5	6,6	10,54	8,29
48,9	12,2	21,8	39,5	32,0	40,2	7,56	3,57	OK	OK	OK	OK	34,2	8,5	11,13	8,26
49,2	12,4	22,3	39,5	32,9	40,2	7,38	3,71	OK	OK	OK	OK	35,6	9,2	11,09	8,13
48,9	12,4	23,9	39,5	33,6	40,1	5,47	2,98	OK	OK	OK	OK	41,7	11,4	8,45	6,17

Tabulka 3.4 Naměřená a zpracovaná data 4, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla

Naměřené hodnoty										Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKY 1			PODMÍNKY 2	PODMÍNKY 3	PODMÍNKY 4	η_l [%]	θ_{ZT} [%]	m_{sp} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t_{rv} [°C]	t_{sv} [°C]	t_{rl} [°C]	t_{ov} [°C]	t_{kv} [°C]	t_{sp} [°C]	m_{rv} [l·min ⁻¹]	m_{sv} [l·min ⁻¹]										
49,2	12,7	25,3	39,8	34,7	40,6	3,98	2,24	OK	OK	OK	OK	OK	OK	45,2	12,6	6,22	4,55
49,2	12,4	22,1	39,5	34,6	39,9	7,27	3,79	OK	OK	OK	OK	OK	OK	35,1	9,3	11,06	8,01
49,2	12,4	22,1	39,5	34,7	40,0	7,38	3,80	OK	OK	OK	OK	OK	OK	35,3	9,2	11,18	8,13
49,2	12,4	21,5	39,4	34,5	39,8	7,38	3,79	OK	OK	OK	OK	OK	OK	33,2	8,7	11,17	8,08
47,4	13,2	25,9	39,3	32,5	39,6	3,61	2,06	OK	OK	OK	OK	OK	OK	48,2	13,3	5,67	4,16
49,2	12,7	25,3	39,3	33,7	39,9	3,50	2,23	OK	OK	OK	OK	OK	OK	46,3	14,0	5,73	4,07
49,2	12,7	22,2	39,3	34,6	39,6	7,08	3,90	OK	OK	OK	OK	OK	OK	35,2	9,6	10,98	7,83
49,2	12,7	21,9	39,3	34,6	39,7	7,40	3,96	OK	OK	OK	OK	OK	OK	34,2	9,1	11,36	8,14
49,2	12,7	21,4	39,3	34,6	39,7	7,32	3,81	OK	OK	OK	OK	OK	OK	32,4	8,5	11,13	8,00
49,2	12,5	22,0	39,3	34,9	39,7	7,26	3,89	OK	OK	OK	OK	OK	OK	34,8	9,3	11,15	8,01
49,2	12,4	21,7	39,3	34,2	39,7	7,30	3,85	OK	OK	OK	OK	OK	OK	34,0	9,1	11,15	8,03
49,2	12,4	21,7	39,3	34,2	39,7	7,38	3,90	OK	OK	OK	OK	OK	OK	34,2	9,1	11,28	8,12
49,2	12,4	21,3	39,3	35,1	39,6	7,26	3,80	OK	OK	OK	OK	OK	OK	32,6	8,6	11,06	7,94
49,2	12,4	21,3	39,3	34,3	39,6	7,42	3,90	OK	OK	OK	OK	OK	OK	32,9	8,7	11,32	8,13
49,2	12,7	25,6	39,2	33,9	40,7	3,99	2,25	OK	OK	OK	OK	OK	OK	46,2	12,9	6,24	4,58
49,3	11,9	21,1	38,8	34,6	39,1	6,57	3,72	OK	OK	OK	OK	OK	OK	33,8	9,5	10,29	7,26
49,3	11,9	21,4	38,8	34,5	39,1	6,59	3,79	OK	OK	OK	OK	OK	OK	34,8	9,9	10,38	7,32
49,3	11,9	21,6	38,8	34,4	39,1	6,52	3,81	OK	OK	OK	OK	OK	OK	35,8	10,4	10,33	7,27
49,3	12,2	22,9	38,6	33,8	39,0	5,60	3,58	OK	OK	OK	OK	OK	OK	39,9	12,2	9,18	6,38
49,3	11,9	21,3	38,6	34,0	39,0	6,50	3,79	OK	OK	OK	OK	OK	OK	34,8	10,0	10,29	7,23
49,3	12,2	22,8	38,5	33,6	38,9	5,80	3,74	OK	OK	OK	OK	OK	OK	39,6	12,1	9,54	6,60
49,3	12,2	22,1	38,5	33,9	38,8	5,89	3,71	OK	OK	OK	OK	OK	OK	37,3	11,3	9,60	6,64
49,3	12,2	22,7	38,5	33,7	38,9	5,90	3,79	OK	OK	OK	OK	OK	OK	39,4	12,0	9,69	6,71
49,3	12,2	22,6	38,5	33,9	38,9	5,65	3,60	OK	OK	OK	OK	OK	OK	38,9	11,8	9,25	6,41
49,3	12,1	22,4	38,5	33,5	38,9	5,90	3,72	OK	OK	OK	OK	OK	OK	38,5	11,6	9,62	6,68
49,3	11,9	20,9	38,5	34,1	38,9	6,56	3,79	OK	OK	OK	OK	OK	OK	33,3	9,5	10,35	7,25
49,4	11,9	20,6	38,5	34,1	38,8	6,80	3,96	OK	OK	OK	OK	OK	OK	32,3	9,3	10,76	7,50
49,3	12,2	22,6	38,4	33,6	38,9	5,84	3,72	OK	OK	OK	OK	OK	OK	38,9	11,8	9,56	6,62

Tabulka 3.5 Naměřená a zpracovaná data 5, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla

Naměřené hodnoty								Kontrola naměřených dat			Vypočítané hodnoty				
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKA 1	PODMÍNKA 2	PODMÍNKA 3	PODMÍNKA 4	η_L [%]	θ_{ZT} [%]	m_{SP} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t_{TV} [°C]	t_{SV} [°C]	t_d [°C]	t_{OV} [°C]	t_w [°C]	t_{sp} [°C]	m_{TV} [l·min ⁻¹]	m_{SV} [l·min ⁻¹]								
49,3	12,2	22,4	38,4	33,8	38,8	5,83	3,74	OK	OK	OK	OK	38,5	11,8	9,57	6,61
49,3	12,2	22,4	38,4	34,1	38,8	5,86	3,76	OK	OK	OK	OK	38,5	11,8	9,62	6,64
49,4	12,2	22,9	38,4	33,7	38,7	5,48	3,72	OK	OK	OK	OK	40,5	12,9	9,20	6,29
49,3	11,9	21,7	38,4	34,1	38,6	6,08	3,84	OK	OK	OK	OK	36,5	11,1	9,92	6,84
49,3	12,1	21,8	38,3	33,9	38,6	5,97	3,81	OK	OK	OK	OK	36,7	11,2	9,78	6,72
49,3	12,2	22,4	38,3	33,8	38,7	5,79	3,76	OK	OK	OK	OK	38,4	11,8	9,55	6,57
49,3	12,0	21,8	38,3	33,9	38,6	5,97	3,81	OK	OK	OK	OK	37,0	11,3	9,78	6,73
49,3	12,0	21,9	38,3	33,9	38,7	5,90	3,72	OK	OK	OK	OK	37,0	11,2	9,62	6,65
49,3	12,1	22,3	38,3	33,4	38,8	5,89	3,74	OK	OK	OK	OK	38,1	11,6	9,63	6,66
49,3	11,9	21,9	38,3	33,9	38,6	6,08	3,90	OK	OK	OK	OK	37,5	11,5	9,98	6,87
49,3	12,2	22,4	38,3	33,4	38,6	5,43	3,58	OK	OK	OK	OK	38,5	12,0	9,01	6,17
49,2	12,2	23,3	38,3	33,0	38,7	3,99	2,72	OK	OK	OK	OK	41,9	13,3	6,71	4,60
49,2	11,9	21,2	38,3	34,1	38,9	6,79	3,96	OK	OK	OK	OK	34,6	10,0	10,75	7,54
48,9	12,8	24,4	38,3	31,9	38,5	3,29	2,43	OK	OK	OK	OK	45,2	14,9	5,72	3,87
49,2	11,9	20,7	38,3	33,3	38,6	6,64	3,93	OK	OK	OK	OK	32,9	9,6	10,57	7,34
49,2	11,9	21,0	38,3	33,8	38,6	6,76	4,08	OK	OK	OK	OK	34,2	10,1	10,84	7,52
49,4	12,2	22,0	38,3	33,0	38,5	5,41	3,58	OK	OK	OK	OK	37,4	11,6	8,99	6,12
49,2	11,9	21,0	38,2	33,8	38,4	6,80	4,22	OK	OK	OK	OK	34,3	10,3	11,02	7,58
49,2	11,9	21,0	38,2	33,7	38,6	6,46	3,89	OK	OK	OK	OK	34,1	10,0	10,35	7,18
49,3	12,2	22,4	38,2	32,3	38,4	4,99	3,41	OK	OK	OK	OK	39,1	12,4	8,40	5,70
49,2	12,2	23,0	38,2	33,1	38,5	4,48	3,09	OK	OK	OK	OK	41,0	13,1	7,57	5,16
49,2	12,2	23,0	38,2	33,1	38,5	4,50	3,10	OK	OK	OK	OK	40,9	13,1	7,60	5,18
49,4	12,2	22,3	38,2	33,1	38,5	5,31	3,58	OK	OK	OK	OK	38,5	12,1	8,89	6,04
49,2	12,2	23,2	38,2	32,9	38,6	4,50	3,10	OK	OK	OK	OK	41,7	13,4	7,60	5,19
49,2	12,2	23,3	38,2	32,7	38,7	3,99	2,72	OK	OK	OK	OK	41,9	13,3	6,71	4,60
49,2	12,2	23,6	38,2	33,0	38,7	3,91	2,72	OK	OK	OK	OK	43,0	13,9	6,63	4,54
49,2	12,2	23,8	38,2	32,6	38,8	3,96	2,74	OK	OK	OK	OK	43,5	14,0	6,70	4,60
49,2	12,3	23,3	38,2	32,7	38,8	3,91	2,62	OK	OK	OK	OK	41,4	13,0	6,53	4,49

Tabulka 3.6 Naměřená a zpracovaná data 6, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla

Naměřené hodnoty										Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11			PODMÍNKA 1	PODMÍNKA 2	PODMÍNKA 3	PODMÍNKA 4	η_t [%]	θ_{ZT} [%]	m_{sp} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t_{iv} [°C]	t_{sv} [°C]	t_b [°C]	t_{ov} [°C]	t_{wv} [°C]	t_{sp} [°C]	m_{iv} [l·min ⁻¹]	m_{sv} [l·min ⁻¹]										
49,4	12,2	21,9	38,2	33,4	38,6	5,43	3,51			OK	OK	OK	OK	36,7	11,3	8,94	6,12
49,2	11,9	20,7	38,2	33,5	38,5	6,88	4,14			OK	OK	OK	OK	33,2	9,7	11,02	7,62
49,2	11,9	20,1	38,2	33,5	38,4	6,92	4,08			OK	OK	OK	OK	30,9	8,9	11,00	7,60
49,2	11,9	20,8	38,1	33,6	38,4	6,95	4,27			OK	OK	OK	OK	33,7	10,0	11,22	7,72
49,2	11,9	21,1	38,1	33,5	38,4	6,76	4,22			OK	OK	OK	OK	34,7	10,5	10,98	7,55
49,2	11,9	21,4	38,1	33,7	38,4	6,64	4,22			OK	OK	OK	OK	35,9	10,9	10,86	7,46
49,2	11,9	21,1	38,1	33,7	38,4	6,75	4,21			OK	OK	OK	OK	34,7	10,4	10,96	7,54
49,2	12,2	22,7	38,1	33,2	38,4	4,50	3,10			OK	OK	OK	OK	40,2	12,8	7,60	5,16
49,3	12,2	22,2	38,1	33,3	38,4	5,12	3,45			OK	OK	OK	OK	38,3	12,0	8,57	5,82
49,4	12,2	22,1	38,1	33,2	38,5	5,12	3,41			OK	OK	OK	OK	37,8	11,8	8,53	5,81
49,2	12,2	23,4	38,1	33,3	38,6	3,93	2,74			OK	OK	OK	OK	42,4	13,7	6,67	4,55
49,2	12,2	23,0	38,1	33,2	38,5	4,50	3,10			OK	OK	OK	OK	40,9	13,1	7,60	5,18
49,3	12,2	22,5	38,1	33,0	38,5	5,12	3,46			OK	OK	OK	OK	39,2	12,4	8,58	5,84
49,2	12,2	23,1	38,1	33,0	38,6	3,98	2,72			OK	OK	OK	OK	41,2	13,1	6,70	4,58
49,2	12,2	23,7	38,1	32,9	38,7	3,95	2,76			OK	OK	OK	OK	43,3	14,0	6,71	4,59
49,2	11,9	20,8	38,1	33,7	38,6	6,57	3,91			OK	OK	OK	OK	33,3	9,7	10,48	7,28
49,2	11,9	20,3	38,1	33,7	38,5	6,95	4,08			OK	OK	OK	OK	31,5	9,1	11,03	7,64
44,6	11,8	20,8	38,0	33,7	39,3	8,44	2,42			OK	OK	OK	OK	32,8	5,5	10,86	8,93
49,2	12,2	23,0	38,0	32,9	38,5	3,98	2,74			OK	OK	OK	OK	40,9	13,1	6,72	4,58
48,9	12,7	24,4	37,9	31,5	38,0	3,13	2,50			OK	OK	OK	OK	46,1	16,0	5,63	3,73
49,2	11,9	20,3	38,0	33,6	38,3	7,08	4,28			OK	OK	OK	OK	31,7	9,3	11,36	7,81
49,2	11,9	20,1	38,0	33,6	38,3	7,08	4,24			OK	OK	OK	OK	31,1	9,1	11,32	7,79
49,2	11,8	18,9	37,2	32,7	37,7	6,98	4,28			OK	OK	OK	OK	27,6	8,2	11,26	7,60
49,2	11,9	19,5	37,7	32,9	38,1	7,11	4,24			OK	OK	OK	OK	29,0	8,4	11,35	7,76
49,2	11,9	19,1	37,1	32,4	37,5	6,95	4,41			OK	OK	OK	OK	28,0	8,5	11,36	7,59
49,2	11,9	19,8	37,9	33,5	38,2	7,07	4,22			OK	OK	OK	OK	29,9	8,7	11,29	7,75
49,2	11,9	19,7	37,8	33,3	38,1	6,97	4,21			OK	OK	OK	OK	29,9	8,8	11,18	7,64
49,2	11,9	20,0	37,8	33,3	38,2	7,08	4,28			OK	OK	OK	OK	30,8	9,1	11,36	7,78

Tabulka 3.7 Naměřená a zpracovaná data 7, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla

Naměřené hodnoty						Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty					
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKA 1	PODMÍNKA 2	PODMÍNKA 3	PODMÍNKA 4	η_i [%]	θ_{2T} [%]	m_{sp}^{pr} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t_{tv} [°C]	t_{sv} [°C]	t_b [°C]	t_{ov} [°C]	t_w [°C]	t_{sp} [°C]	m_{rv} [l·min ⁻¹]	m_{sv} [l·min ⁻¹]								
49,2	11,9	19,7	37,4	33,0	37,8	6,88	4,33	OK	OK	OK	OK	30,1	9,1	11,21	7,57
49,2	11,9	20,1	38,0	33,6	38,3	7,08	4,24	OK	OK	OK	OK	31,1	9,1	11,32	7,79
49,1	11,9	19,9	37,6	32,6	38,0	6,98	4,28	OK	OK	OK	OK	30,6	9,1	11,26	7,68
49,2	11,8	19,5	37,2	32,3	37,6	6,95	4,46	OK	OK	OK	OK	29,9	9,2	11,41	7,65
49,2	11,8	19,7	37,4	32,9	37,8	7,08	4,46	OK	OK	OK	OK	30,4	9,2	11,54	7,80
49,2	11,9	20,1	37,8	33,4	38,2	7,08	4,31	OK	OK	OK	OK	31,3	9,2	11,39	7,80
49,2	11,9	20,3	38,0	33,6	38,3	7,08	4,28	OK	OK	OK	OK	31,7	9,3	11,36	7,81
49,2	11,9	20,2	37,8	33,1	38,2	6,97	4,26	OK	OK	OK	OK	31,6	9,3	11,23	7,69
49,2	11,9	20,3	37,9	33,7	38,2	6,95	4,26	OK	OK	OK	OK	31,8	9,4	11,21	7,67
49,2	11,9	19,8	37,3	32,8	37,5	6,76	4,47	OK	OK	OK	OK	30,9	9,6	11,23	7,48
49,2	12,2	23,0	38,0	32,9	38,5	3,98	2,74	OK	OK	OK	OK	40,9	13,1	6,72	4,58
49,2	12,3	23,4	37,9	32,7	38,7	3,33	2,29	OK	OK	OK	OK	42,2	13,5	5,62	3,85
50,3	12,2	21,0	36,0	30,7	36,5	3,62	3,23	OK	OK	OK	OK	36,4	13,5	6,85	4,19
49,2	12,4	23,3	37,0	32,4	37,8	3,29	2,59	OK	OK	OK	OK	43,0	14,9	5,88	3,86
49,2	12,0	22,8	37,1	32,6	38,0	3,42	2,52	OK	OK	OK	OK	41,5	13,9	5,94	3,97
49,2	12,0	23,2	37,3	32,6	38,1	3,42	2,54	OK	OK	OK	OK	42,7	14,4	5,96	4,00
48,9	12,4	22,8	36,5	29,0	37,2	2,85	2,31	OK	OK	OK	OK	41,8	14,7	5,16	3,34
49,2	12,4	23,0	37,3	32,5	38,0	3,29	2,45	OK	OK	OK	OK	41,3	13,8	5,74	3,82
49,2	12,4	23,6	37,2	32,6	38,0	3,29	2,56	OK	OK	OK	OK	43,8	15,1	5,85	3,87
50,3	12,2	21,9	36,1	29,5	36,9	3,13	2,80	OK	OK	OK	OK	39,4	14,7	5,93	3,67
49,2	12,3	23,3	37,2	32,5	38,0	3,29	2,51	OK	OK	OK	OK	42,9	14,6	5,80	3,85
50,3	12,2	22,1	36,2	29,8	36,7	3,00	2,80	OK	OK	OK	OK	40,5	15,6	5,80	3,55
48,8	12,4	23,5	36,6	28,2	37,3	2,81	2,34	OK	OK	OK	OK	44,5	15,9	5,15	3,34
49,2	12,4	23,6	37,8	32,8	38,4	3,31	2,42	OK	OK	OK	OK	43,2	14,3	5,73	3,86
49,2	12,4	23,7	37,6	32,8	38,4	3,29	2,42	OK	OK	OK	OK	43,5	14,5	5,71	3,85
48,5	12,7	24,0	37,0	30,9	37,5	2,99	2,43	OK	OK	OK	OK	45,4	15,9	5,42	3,55
48,5	12,4	23,9	36,8	28,2	37,4	2,80	2,31	OK	OK	OK	OK	46,2	16,4	5,11	3,35
48,5	12,7	23,8	36,8	30,8	37,4	2,98	2,43	OK	OK	OK	OK	44,9	15,7	5,41	3,54

Tabulka 3.8 Naměřená a zpracovaná data 8, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla

Naměřené hodnoty										Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKY 1 2 3 4				η_1 [%]	θ_{ZTT} [%]	m_{sp} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]		
t_v [°C]	t_{sv} [°C]	t_p [°C]	t_{ov} [°C]	t_w [°C]	t_{sp} [°C]	m_{TV} [l·min ⁻¹]	m_{sv} [l·min ⁻¹]										
48,4	12,4	24,1	36,9	29,0	37,4	2,81	2,32	OK	OK	OK	OK	OK	46,7	16,6	5,13	3,37	
47,4	12,7	23,7	36,0	28,4	36,8	2,75	2,23	OK	OK	OK	OK	OK	45,8	15,9	4,98	3,27	
48,4	12,4	23,7	36,1	28,8	36,9	2,52	2,20	OK	OK	OK	OK	OK	46,2	17,0	4,72	3,03	
48,5	12,7	23,7	36,7	30,8	37,3	2,96	2,43	OK	OK	OK	OK	OK	44,5	15,6	5,39	3,51	
48,0	12,4	24,1	36,8	30,0	37,5	2,52	1,98	OK	OK	OK	OK	OK	46,8	16,1	4,50	3,00	
48,5	12,7	23,6	36,6	31,2	37,2	2,93	2,43	OK	OK	OK	OK	OK	44,4	15,7	5,36	3,47	
48,5	12,7	23,6	36,8	31,1	37,3	2,95	2,41	OK	OK	OK	OK	OK	44,3	15,5	5,36	3,49	
48,7	12,7	23,3	37,0	31,2	37,2	2,93	2,43	OK	OK	OK	OK	OK	43,4	15,3	5,36	3,46	
48,1	12,4	24,3	36,8	28,5	37,4	2,52	2,06	OK	OK	OK	OK	OK	47,6	16,8	4,58	3,03	
48,1	12,4	24,2	36,4	28,7	37,3	2,52	2,08	OK	OK	OK	OK	OK	47,5	16,9	4,60	3,03	
50,3	12,4	24,8	37,9	29,3	38,2	2,13	1,93	OK	OK	OK	OK	OK	48,2	18,3	4,06	2,61	
50,3	12,3	24,8	37,4	29,8	38,1	2,09	1,91	OK	OK	OK	OK	OK	48,3	18,4	4,00	2,56	
50,3	12,4	24,9	37,5	29,4	38,1	2,12	1,96	OK	OK	OK	OK	OK	48,7	18,7	4,08	2,61	
50,3	12,4	24,6	37,5	29,3	38,0	2,10	1,93	OK	OK	OK	OK	OK	47,7	18,2	4,03	2,57	

Tabulka 3.9 Naměřená a zpracovaná data 9, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla

2. Zdroj tepla – plynový kondenzační kotel

Naměřené hodnoty								Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKÁ 1	PODMÍNKÁ 2	PODMÍNKÁ 3	PODMÍNKÁ 4	η_1 [%]	θ_{ZTT}	m_{SP} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t_{TV} [°C]	t_{SV} [°C]	t_b [°C]	t_{OV} [°C]	t_{KV} [°C]	t_{SP} [°C]	m_{TV} [l·min ⁻¹]	m_{SV} [l·min ⁻¹]								
55,0	12,4	24,5	42,0	35,5	42,7	5,38	3,40	OK	OK	OK	OK	39,9	11,1	8,78	6,05
54,3	13,0	25,1	42,0	36,0	42,6	5,20	3,26	OK	OK	OK	OK	40,9	11,2	8,46	5,86
53,7	12,2	24,3	41,8	35,0	42,0	5,28	3,26	OK	OK	OK	OK	40,6	11,1	8,54	5,94
53,5	12,2	24,0	40,8	34,2	41,5	5,28	3,46	OK	OK	OK	OK	40,3	11,9	8,74	5,99
54,0	13,5	25,2	42,0	35,7	42,6	5,28	3,29	OK	OK	OK	OK	40,2	11,1	8,57	5,94
53,6	12,2	24,9	41,9	34,8	42,2	5,24	3,24	OK	OK	OK	OK	42,3	11,8	8,48	5,94
54,0	12,1	25,0	42,0	35,6	42,4	5,27	3,26	OK	OK	OK	OK	42,6	11,7	8,53	5,97
54,3	13,6	25,6	41,9	36,4	42,6	5,26	3,43	OK	OK	OK	OK	41,4	11,7	8,69	5,96
54,8	12,0	24,7	41,2	35,2	41,6	5,19	3,76	OK	OK	OK	OK	42,9	13,1	8,95	5,97
54,8	12,2	24,8	41,3	35,5	41,7	5,18	3,76	OK	OK	OK	OK	42,7	13,2	8,94	5,97
54,8	13,2	25,6	41,4	35,3	42,0	5,13	3,74	OK	OK	OK	OK	43,1	13,0	8,87	5,90
53,6	13,0	25,8	41,9	35,9	42,4	5,26	3,32	OK	OK	OK	OK	43,5	12,1	8,58	5,98
54,6	13,5	25,8	41,8	35,8	42,0	5,19	3,76	OK	OK	OK	OK	43,2	12,8	8,95	5,95
54,0	12,6	25,1	41,8	35,2	42,1	5,22	3,38	OK	OK	OK	OK	42,4	11,8	8,60	5,92
54,0	12,6	25,3	40,9	35,9	41,6	5,21	3,75	OK	OK	OK	OK	43,8	13,6	8,96	6,03
54,0	12,2	25,7	41,7	36,5	42,1	5,21	3,52	OK	OK	OK	OK	45,2	13,3	8,73	6,01
54,1	12,2	25,2	40,7	35,6	41,5	5,08	3,74	OK	OK	OK	OK	44,4	14,2	8,82	5,92
54,2	12,5	25,0	40,8	35,3	41,5	5,08	3,76	OK	OK	OK	OK	43,1	13,9	8,84	5,90
54,1	12,2	25,1	40,7	35,3	41,3	5,08	3,75	OK	OK	OK	OK	44,3	13,8	8,83	5,90
54,1	12,2	25,7	41,7	35,9	42,4	5,22	3,53	OK	OK	OK	OK	44,7	13,9	8,75	6,06
54,1	12,2	25,5	40,8	36,2	41,4	5,08	3,78	OK	OK	OK	OK	45,5	14,3	8,86	5,93
54,0	14,3	28,7	41,9	32,5	42,5	2,79	2,18	OK	OK	OK	OK	51,1	16,3	4,97	3,33
54,1	12,2	25,7	40,9	36,5	41,6	5,08	3,76	OK	OK	OK	OK	45,9	14,6	8,84	5,95
54,0	13,0	27,8	41,3	32,1	42,0	2,71	2,13	OK	OK	OK	OK	51,0	16,7	4,84	3,25
54,1	14,3	28,1	42,0	36,7	42,4	3,58	2,90	OK	OK	OK	OK	49,1	17,0	6,48	4,31
54,0	13,6	28,0	41,4	32,2	42,1	2,72	2,16	OK	OK	OK	OK	50,5	16,6	4,88	3,26
54,0	13,0	28,1	41,7	32,5	42,3	2,74	2,09	OK	OK	OK	OK	51,5	16,5	4,83	3,28
54,1	13,1	27,8	41,6	32,2	42,2	2,71	2,08	OK	OK	OK	OK	50,5	16,2	4,79	3,23

Tabulka 3.10 Naměřená a zpracovaná data 10, laboratorní podmínky, 2. zdroj tepla

Naměřené hodnoty								Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKÁ 1	PODMÍNKÁ 2	PODMÍNKÁ 3	PODMÍNKÁ 4	η ₁ [%]	θ _{zz} [%]	m _{sp} ^{sp} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t _N [°C]	t _{sv} [°C]	t _p [°C]	t _{ov} [°C]	t _w [°C]	t _{sp} [°C]	m _{NV} [l·min ⁻¹]	m _{sv} [l·min ⁻¹]								
54,1	13,5	27,9	41,0	32,1	41,5	2,70	2,32	OK	OK	OK	OK	51,4	17,5	5,02	3,27
54,1	14,2	28,4	41,8	32,5	42,1	2,71	2,20	OK	OK	OK	OK	50,9	16,4	4,91	3,24
53,6	12,2	26,9	41,0	32,3	41,5	2,72	2,09	OK	OK	OK	OK	50,2	16,3	4,81	3,25
54,0	14,3	28,4	41,9	32,2	42,3	2,75	2,15	OK	OK	OK	OK	50,4	15,9	4,90	3,27
54,0	14,4	29,1	42,0	32,3	42,5	2,77	2,20	OK	OK	OK	OK	52,3	16,7	4,97	3,32
54,0	12,2	28,1	41,5	31,8	42,2	2,79	2,17	OK	OK	OK	OK	53,0	17,6	4,96	3,39
54,0	12,2	27,9	41,8	31,3	42,2	2,57	1,99	OK	OK	OK	OK	52,3	17,5	4,56	3,11
54,0	14,3	29,4	41,9	32,5	42,2	2,91	2,32	OK	OK	OK	OK	54,1	16,2	5,23	3,47
53,6	14,4	29,9	42,0	32,3	42,9	2,74	2,08	OK	OK	OK	OK	54,4	16,9	4,82	3,30
54,0	14,0	28,0	40,9	32,1	41,5	2,76	2,41	OK	OK	OK	OK	50,9	17,6	5,17	3,35
54,0	13,4	27,4	40,5	32,2	41,0	2,72	2,48	OK	OK	OK	OK	50,7	18,4	5,20	3,33
54,0	14,4	28,7	41,4	32,3	41,8	2,71	2,43	OK	OK	OK	OK	52,2	18,6	5,14	3,33
54,0	14,0	28,6	41,8	32,3	42,0	2,71	2,27	OK	OK	OK	OK	52,1	17,5	4,98	3,28
52,5	14,4	29,4	41,1	32,3	41,6	2,69	2,22	OK	OK	OK	OK	55,1	18,0	4,91	3,28
54,0	13,6	28,1	41,1	32,2	41,5	2,62	2,27	OK	OK	OK	OK	52,0	17,8	4,89	3,19
54,1	14,4	28,3	41,6	31,8	42,0	3,01	2,70	OK	OK	OK	OK	50,4	19,0	5,71	3,71
54,1	12,0	22,0	38,6	33,2	39,1	3,72	3,08	OK	OK	OK	OK	36,9	12,1	6,80	4,23
54,1	12,0	25,5	39,8	32,5	40,3	3,09	2,70	OK	OK	OK	OK	47,7	16,8	5,79	3,71
54,1	12,0	25,9	40,0	32,2	40,5	3,09	2,70	OK	OK	OK	OK	48,8	17,3	5,79	3,74
54,1	12,0	25,1	40,0	33,0	40,3	3,22	2,77	OK	OK	OK	OK	46,3	16,3	5,99	3,85
54,0	12,0	24,9	39,8	33,1	40,3	3,10	2,70	OK	OK	OK	OK	45,6	16,9	5,80	3,73
54,1	12,1	23,6	39,2	32,9	39,6	3,15	2,70	OK	OK	OK	OK	41,8	14,4	5,85	3,68
54,2	12,1	23,0	39,0	32,8	39,4	3,18	2,69	OK	OK	OK	OK	39,9	13,3	5,87	3,67
54,2	12,1	23,8	39,4	32,8	39,7	3,18	2,70	OK	OK	OK	OK	42,4	14,2	5,88	3,70
54,1	12,1	23,3	39,2	33,2	39,6	3,20	2,70	OK	OK	OK	OK	40,7	13,9	5,90	3,71
54,1	12,1	24,3	39,7	32,9	40,1	3,22	2,69	OK	OK	OK	OK	43,6	14,8	5,91	3,78
54,1	12,1	24,8	39,9	31,9	40,3	3,22	2,70	OK	OK	OK	OK	45,0	15,4	5,92	3,81
54,1	12,0	24,7	39,9	31,9	40,3	3,28	2,74	OK	OK	OK	OK	44,9	15,4	6,02	3,88

Tabulka 3.11 Naměřená a zpracovaná data 11, laboratorní podmínky, 2. zdroj tepla

Naměřené hodnoty								Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKY 1	PODMÍNKY 2	PODMÍNKY 3	PODMÍNKY 4	η ₁ [%]	θ _{ZZT} [%]	m _{sp} ^{sp} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t _N [°C]	t _{SV} [°C]	t _p [°C]	t _{OV} [°C]	t _W [°C]	t _{SP} [°C]	m _{NV} [l·min ⁻¹]	m _{SV} [l·min ⁻¹]								
54,1	12,1	22,4	38,6	32,5	39,0	3,46	2,99	OK	OK	OK	OK	38,3	13,1	6,45	3,98
54,1	12,0	23,2	38,6	33,2	39,0	3,43	3,08	OK	OK	OK	OK	41,5	14,5	6,51	4,01
54,1	12,1	22,9	38,6	33,6	39,0	3,46	3,08	OK	OK	OK	OK	40,1	14,1	6,54	4,03
54,4	12,1	23,0	39,7	34,0	40,1	3,79	2,95	OK	OK	OK	OK	40,0	12,1	6,74	4,31
54,0	12,1	23,3	39,8	34,6	40,2	3,79	2,96	OK	OK	OK	OK	39,9	13,1	6,75	4,36
54,0	12,8	24,1	39,8	34,9	40,1	3,81	3,20	OK	OK	OK	OK	41,4	14,3	7,01	4,45
54,0	12,6	23,7	39,1	34,0	39,7	3,81	3,26	OK	OK	OK	OK	41,0	14,1	7,07	4,44
54,1	12,7	24,0	39,7	34,4	40,2	3,81	3,19	OK	OK	OK	OK	41,1	14,4	7,00	4,45
54,4	13,0	24,3	39,4	34,6	40,0	3,70	3,27	OK	OK	OK	OK	41,9	14,8	6,97	4,34
54,4	12,4	23,9	39,2	34,3	39,7	3,88	3,50	OK	OK	OK	OK	42,1	15,4	7,38	4,59
54,3	12,8	24,0	39,8	34,3	40,3	3,89	3,19	OK	OK	OK	OK	40,7	13,6	7,08	4,50
54,1	12,1	23,5	38,7	32,5	39,1	3,72	3,38	OK	OK	OK	OK	42,2	15,0	7,10	4,38
54,1	12,1	22,7	39,3	35,0	39,6	3,96	3,20	OK	OK	OK	OK	38,5	12,5	7,16	4,53
54,1	12,1	22,6	39,3	35,6	39,7	4,00	3,19	OK	OK	OK	OK	38,0	12,3	7,19	4,56
54,1	12,1	22,7	39,4	35,0	39,8	4,00	3,19	OK	OK	OK	OK	38,3	12,6	7,19	4,58
54,1	12,0	23,5	39,6	35,0	40,1	3,95	3,24	OK	OK	OK	OK	40,9	14,3	7,19	4,61
54,0	12,1	22,6	39,4	34,6	39,8	4,02	3,19	OK	OK	OK	OK	37,9	12,6	7,21	4,60
54,2	12,1	22,9	39,5	34,7	39,9	4,02	3,19	OK	OK	OK	OK	38,8	12,5	7,21	4,60
54,2	12,0	23,0	39,3	35,5	39,7	3,96	3,26	OK	OK	OK	OK	39,7	13,3	7,22	4,57
54,2	12,1	23,3	39,4	35,2	39,8	3,96	3,26	OK	OK	OK	OK	40,4	13,4	7,22	4,57
54,1	12,1	22,7	39,3	34,9	39,7	4,00	3,22	OK	OK	OK	OK	38,4	12,6	7,22	4,58
54,1	12,1	23,1	39,4	34,7	39,8	4,00	3,24	OK	OK	OK	OK	39,7	13,1	7,24	4,60
54,1	12,1	23,7	39,6	35,0	40,0	3,99	3,26	OK	OK	OK	OK	41,6	13,8	7,25	4,63
54,0	12,1	22,5	39,2	34,6	39,6	4,02	3,23	OK	OK	OK	OK	37,8	12,5	7,25	4,59
54,3	12,1	23,7	39,6	34,8	40,0	4,00	3,26	OK	OK	OK	OK	41,6	13,5	7,26	4,62
54,3	12,1	22,4	39,4	34,6	39,8	4,08	3,18	OK	OK	OK	OK	37,2	11,5	7,26	4,61
54,0	12,1	22,5	39,5	35,0	39,8	4,08	3,18	OK	OK	OK	OK	37,5	12,0	7,26	4,64
54,2	12,1	21,9	39,2	34,6	39,6	4,08	3,19	OK	OK	OK	OK	35,6	11,3	7,27	4,60

Tabulka 3.12 Naměřená a zpracovaná data 12, laboratorní podmínky, 2. zdroj tepla

Naměřené hodnoty								Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKÁ 1	PODMÍNKÁ 2	PODMÍNKÁ 3	PODMÍNKÁ 4	η _i [%]	θ _{zz} [%]	m _{sp} ^{sp} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t _v [°C]	t _{sv} [°C]	t _h [°C]	t _{ov} [°C]	t _w [°C]	t _{sp} [°C]	m _v [l·min ⁻¹]	m _{sv} [l·min ⁻¹]								
54,2	12,1	23,1	39,4	35,0	39,8	4,04	3,26	OK	OK	OK	OK	39,7	12,8	7,30	4,63
54,1	12,0	22,6	39,4	34,7	39,8	4,09	3,23	OK	OK	OK	OK	38,1	12,4	7,32	4,67
54,1	12,1	23,3	39,6	34,7	40,0	4,08	3,26	OK	OK	OK	OK	40,1	13,2	7,34	4,70
54,1	12,0	22,6	39,3	35,2	39,7	4,08	3,26	OK	OK	OK	OK	38,3	12,5	7,34	4,66
54,0	12,1	22,5	39,2	35,2	39,6	4,08	3,27	OK	OK	OK	OK	37,8	12,4	7,35	4,66
54,1	12,1	22,8	39,4	34,7	39,8	4,08	3,27	OK	OK	OK	OK	38,6	12,7	7,35	4,68
54,0	12,1	22,3	39,5	35,6	39,9	4,46	3,42	OK	OK	OK	OK	36,7	11,8	7,88	5,06
54,1	12,1	22,2	39,5	35,9	39,8	4,47	3,43	OK	OK	OK	OK	36,5	11,4	7,90	5,04
54,1	13,2	23,8	39,4	35,5	39,7	4,21	3,69	OK	OK	OK	OK	40,0	14,0	7,90	4,90
54,1	12,1	22,2	39,5	35,7	39,8	4,47	3,43	OK	OK	OK	OK	36,5	11,4	7,90	5,04
54,0	12,1	22,5	38,5	34,5	38,9	4,21	3,70	OK	OK	OK	OK	38,8	13,5	7,91	4,87
54,0	12,0	22,2	39,4	35,2	39,8	4,46	3,45	OK	OK	OK	OK	36,7	11,9	7,91	5,06
54,1	12,1	22,5	39,6	35,0	39,9	4,47	3,45	OK	OK	OK	OK	37,4	11,8	7,92	5,07
54,1	12,1	22,2	39,4	35,7	39,8	4,47	3,45	OK	OK	OK	OK	36,5	11,6	7,92	5,05
54,1	12,1	22,4	39,5	35,5	39,9	4,47	3,45	OK	OK	OK	OK	37,1	11,8	7,92	5,07
54,1	12,1	22,3	38,6	34,3	38,9	4,27	3,69	OK	OK	OK	OK	38,1	12,8	7,96	4,90
54,1	12,1	22,2	39,3	35,0	39,7	4,46	3,51	OK	OK	OK	OK	36,6	11,9	7,97	5,06
54,1	12,0	23,4	39,1	33,9	39,4	4,28	3,69	OK	OK	OK	OK	41,6	14,2	7,97	4,99
54,1	12,0	22,5	38,7	34,9	39,0	4,28	3,69	OK	OK	OK	OK	38,9	13,1	7,97	4,93
54,1	12,1	21,8	39,2	34,4	39,5	4,48	3,50	OK	OK	OK	OK	35,4	11,2	7,98	5,04
54,1	12,1	22,2	38,5	35,0	38,9	4,28	3,70	OK	OK	OK	OK	37,7	12,8	7,98	4,91
54,0	12,1	22,3	38,5	34,7	38,9	4,28	3,70	OK	OK	OK	OK	38,1	13,0	7,98	4,92
54,0	12,1	21,3	38,8	35,2	39,2	4,46	3,53	OK	OK	OK	OK	33,9	11,0	7,99	5,01
54,2	12,0	22,1	38,4	34,8	38,8	4,28	3,71	OK	OK	OK	OK	37,7	12,6	7,99	4,90
54,2	12,1	21,4	39,2	34,9	39,6	4,57	3,45	OK	OK	OK	OK	33,8	10,2	8,02	5,09
54,2	12,1	22,7	38,9	35,2	39,2	4,34	3,69	OK	OK	OK	OK	39,1	12,9	8,03	4,98
54,2	12,1	22,3	39,2	34,8	39,5	4,47	3,57	OK	OK	OK	OK	37,2	11,7	8,04	5,06
54,2	12,0	22,0	39,1	34,9	39,4	4,48	3,57	OK	OK	OK	OK	36,5	11,5	8,05	5,06

Tabulka 3.13 Naměřená a zpracovaná data 13, laboratorní podmínky, 2. zdroj tepla

Naměřené hodnoty								Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKA 1	PODMÍNKA 2	PODMÍNKA 3	PODMÍNKA 4	η_1 [%]	θ_{ZTT}	$m_{sp^{**}}$ [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t_{IV} [°C]	t_{SV} [°C]	t_b [°C]	t_{OV} [°C]	t_w [°C]	t_{sp} [°C]	m_{IV} [l·min ⁻¹]	m_{SV} [l·min ⁻¹]								
54,2	12,1	22,3	39,2	34,6	39,6	4,50	3,57	OK	OK	OK	OK	37,1	11,8	8,07	5,10
54,2	12,1	21,4	38,6	33,8	39,0	4,46	3,62	OK	OK	OK	OK	34,6	10,9	8,08	5,01
54,2	12,1	22,2	39,2	34,5	39,6	4,52	3,57	OK	OK	OK	OK	36,7	11,6	8,09	5,11
54,1	12,1	21,7	38,5	33,9	38,9	4,41	3,69	OK	OK	OK	OK	35,8	11,8	8,10	5,00
54,1	12,0	21,7	38,7	34,4	39,1	4,45	3,66	OK	OK	OK	OK	35,8	11,9	8,11	5,05
54,1	12,1	22,1	38,9	34,0	39,3	4,46	3,66	OK	OK	OK	OK	36,8	12,2	8,12	5,08
54,1	12,1	21,4	39,0	35,0	39,4	4,57	3,55	OK	OK	OK	OK	34,1	10,7	8,12	5,12
54,1	12,1	22,0	38,5	34,7	38,8	4,37	3,76	OK	OK	OK	OK	37,1	12,4	8,13	4,99
54,1	12,1	21,7	38,6	34,2	39,0	4,45	3,69	OK	OK	OK	OK	35,7	11,8	8,14	5,04
54,1	12,1	21,6	39,0	35,5	39,4	4,57	3,57	OK	OK	OK	OK	34,8	10,9	8,14	5,13
54,1	12,1	21,3	38,2	33,9	38,6	4,40	3,74	OK	OK	OK	OK	34,7	11,5	8,14	4,97
54,1	12,1	22,1	39,0	34,4	39,4	4,50	3,64	OK	OK	OK	OK	36,6	12,0	8,14	5,11
54,1	12,1	22,2	38,9	33,8	39,2	4,46	3,69	OK	OK	OK	OK	37,3	12,2	8,15	5,08
54,1	12,1	22,4	39,0	34,0	39,3	4,46	3,69	OK	OK	OK	OK	37,9	12,5	8,15	5,10
54,1	12,1	22,5	39,0	33,8	39,4	4,46	3,69	OK	OK	OK	OK	38,1	12,7	8,15	5,11
54,1	12,0	22,6	38,1	33,1	38,4	4,08	3,88	OK	OK	OK	OK	40,2	14,8	7,96	4,79
54,3	12,2	22,5	38,3	33,1	38,9	4,21	3,75	OK	OK	OK	OK	38,6	13,4	7,96	4,86
54,0	13,0	23,3	39,3	34,4	39,7	4,41	3,76	OK	OK	OK	OK	38,6	13,6	8,17	5,10
54,1	12,9	23,5	39,7	34,1	40,0	4,48	3,69	OK	OK	OK	OK	39,1	13,2	8,17	5,16
54,1	12,8	23,5	39,9	34,2	40,0	4,52	3,69	OK	OK	OK	OK	39,3	13,0	8,21	5,20
54,1	13,1	23,9	38,9	34,3	39,6	4,36	3,85	OK	OK	OK	OK	40,8	14,1	8,21	5,08
54,1	12,6	22,9	39,3	34,2	39,5	4,46	3,75	OK	OK	OK	OK	38,3	12,9	8,21	5,12
54,1	13,0	23,2	39,3	34,1	39,9	4,55	3,66	OK	OK	OK	OK	37,9	12,1	8,21	5,18
54,2	12,0	21,9	38,0	33,8	38,2	4,31	3,88	OK	OK	OK	OK	37,8	12,3	8,19	4,91
54,2	12,0	22,7	39,0	34,9	39,2	4,57	3,85	OK	OK	OK	OK	39,3	12,7	8,42	5,24
54,1	13,0	23,2	39,5	35,0	39,7	4,57	3,86	OK	OK	OK	OK	38,2	13,1	8,43	5,26
54,2	13,2	23,8	39,3	35,3	39,9	4,57	3,86	OK	OK	OK	OK	39,7	13,2	8,43	5,27
54,0	12,1	22,6	38,9	34,5	39,4	4,57	3,86	OK	OK	OK	OK	38,5	13,5	8,43	5,29

Tabulka 3.14 Naměřená a zpracovaná data 14, laboratorní podmínky, 2. zdroj tepla

3.1.2 Reálné podmínky

Jednotlivé data pořízena při reálných podmínkách jsou uvedena v následujících tabulkách.
Byly měřeny pouze při použití 1. zdroje tepla – elektrokotle.

Naměřené hodnoty							Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty				
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKA 1	PODMÍNKA 2	PODMÍNKA 3	PODMÍNKA 4	η ₁ [%]	θ _{ZT} [%]	m _{sp} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t _{rv} [°C]	t _{sv} [°C]	t _p [°C]	t _{ov} [°C]	t _w [°C]	t _{sp} [°C]	m _{rv} [l·min ⁻¹]	m _{sv} [l·min ⁻¹]								
49,2	12,2	20,9	38,3	33,7	40,1	6,87	3,76	OK	OK	OK	OK	34,2	11,1	10,63	7,73
49,2	13,0	21,4	38,0	32,6	40,2	6,76	3,80	OK	OK	OK	OK	30,9	11,3	10,56	7,62
49,2	12,5	21,2	38,3	32,9	39,5	6,76	3,77	OK	OK	OK	OK	32,2	9,8	10,53	7,50
49,2	12,7	20,3	38,4	33,2	39,5	6,89	3,60	OK	OK	OK	OK	28,4	8,0	10,49	7,49
46,9	12,7	23,8	39,4	35,7	40,7	7,60	2,80	OK	OK	OK	OK	39,6	8,1	10,40	8,27
46,9	13,0	22,8	39,7	35,0	41,3	7,56	2,80	OK	OK	OK	OK	34,6	9,4	10,36	8,35
49,2	12,7	20,9	38,6	32,8	39,7	6,76	3,60	OK	OK	OK	OK	30,4	9,0	10,36	7,43
46,9	12,7	22,4	39,7	35,0	40,9	7,57	2,74	OK	OK	OK	OK	34,4	8,2	10,31	8,25
49,2	12,7	20,7	38,3	32,9	39,9	6,76	3,55	OK	OK	OK	OK	29,4	9,2	10,31	7,44
49,2	12,5	20,6	38,1	32,4	39,7	6,76	3,53	OK	OK	OK	OK	29,8	8,7	10,29	7,41
47,2	12,7	23,4	40,0	34,6	41,2	7,30	2,74	OK	OK	OK	OK	37,5	9,1	10,04	8,03
46,9	12,7	23,8	39,9	35,4	41,2	7,46	2,51	OK	OK	OK	OK	38,9	7,7	9,97	8,08
49,2	12,7	21,4	38,7	33,3	40,6	6,41	3,23	OK	OK	OK	OK	31,2	10,0	9,64	7,12
46,9	12,7	21,6	38,3	33,3	39,9	6,41	2,98	OK	OK	OK	OK	32,7	10,7	9,39	7,18
48,5	12,7	22,6	38,2	33,7	40,2	6,08	2,93	OK	OK	OK	OK	36,0	9,3	9,01	6,70
48,4	12,7	23,3	38,7	34,2	40,5	6,09	2,91	OK	OK	OK	OK	38,1	10,0	9,00	6,77
46,8	12,7	22,7	38,6	34,0	39,4	5,79	2,94	OK	OK	OK	OK	37,5	11,6	8,73	6,55
46,9	12,7	22,0	38,7	33,8	39,5	5,79	2,80	OK	OK	OK	OK	34,7	10,6	8,59	6,48
46,8	12,7	22,2	38,7	33,0	39,1	5,78	2,80	OK	OK	OK	OK	36,0	9,8	8,58	6,41
48,2	12,7	23,6	39,5	33,7	41,1	5,43	2,60	OK	OK	OK	OK	38,4	11,9	8,03	6,16
47,7	13,0	24,3	39,4	33,2	41,0	5,41	2,60	OK	OK	OK	OK	40,4	12,4	8,01	6,18
48,2	12,7	23,8	39,1	34,4	40,9	5,41	2,60	OK	OK	OK	OK	39,4	11,5	8,01	6,11
47,9	12,7	23,2	39,3	34,9	40,5	5,41	2,60	OK	OK	OK	OK	37,8	11,1	8,01	6,08
47,1	12,7	23,6	39,1	33,4	40,4	5,41	2,50	OK	OK	OK	OK	39,4	11,5	7,91	6,11
47,4	12,7	23,3	39,0	33,3	39,8	5,41	2,50	OK	OK	OK	OK	39,1	9,4	7,91	5,97
48,4	12,7	22,4	38,9	34,7	40,8	5,41	2,50	OK	OK	OK	OK	34,5	10,0	7,91	6,01
48,0	12,7	23,6	39,1	33,3	40,9	5,41	2,46	OK	OK	OK	OK	38,7	10,7	7,87	6,06
46,6	12,7	22,6	38,1	32,2	39,4	4,65	2,25	OK	OK	OK	OK	37,1	10,9	6,90	5,22

Tabulka 3.16 Naměřená a zpracovaná data 16, reálné podmínky, 1. zdroj tepla

Naměřené hodnoty							Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty				
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKÁ 1	PODMÍNKÁ 2	PODMÍNKÁ 3	PODMÍNKÁ 4	η ₁ [%]	θ _{ZZ1} [%]	m _{SP} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t _{TV} [°C]	t _{SV} [°C]	t _t [°C]	t _{ov} [°C]	t _{kw} [°C]	t _{sp} [°C]	m _{TV} [l·min ⁻¹]	m _{SV} [l·min ⁻¹]	OK	OK	OK	OK	36,0	10,8	6,87	5,16
46,9	12,7	22,3	38,3	33,5	39,4	4,60	2,27	OK	OK	OK	OK	40,8	10,3	6,74	5,02
46,6	12,7	23,4	38,4	32,2	38,9	4,50	2,24	OK	OK	OK	OK	44,5	12,2	5,84	4,44
46,9	12,7	24,8	38,4	32,1	39,9	3,90	1,94	OK	OK	OK	OK	43,1	16,5	5,80	4,48
46,5	12,1	24,2	38,1	30,1	40,2	3,74	2,06	OK	OK	OK	OK	40,5	11,0	5,78	4,39
48,0	12,7	24,0	38,5	34,8	40,6	3,91	1,87	OK	OK	OK	OK	43,6	14,3	5,71	4,45
48,0	13,0	25,5	38,6	31,8	41,7	3,81	1,90	OK	OK	OK	OK	26,7	10,0	10,86	6,75
50,3	13,0	19,4	36,0	29,8	37,0	6,08	4,78	OK	OK	OK	OK	26,8	8,8	10,71	6,84
49,2	13,6	19,9	36,3	32,2	37,1	6,24	4,47	OK	OK	OK	OK	25,9	9,0	10,70	7,11
49,2	13,2	19,6	36,8	31,9	37,9	6,47	4,23	OK	OK	OK	OK	28,3	8,3	10,66	6,75
49,2	13,5	20,1	36,0	30,7	36,8	6,19	4,47	OK	OK	OK	OK	29,6	7,9	10,64	7,51
46,9	14,0	21,1	37,2	32,5	38,0	6,92	3,72	OK	OK	OK	OK	30,0	7,4	10,59	7,50
46,9	13,0	20,4	37,4	32,3	37,7	6,95	3,64	OK	OK	OK	OK	27,2	8,3	10,56	7,37
49,2	13,5	20,5	37,8	31,9	39,2	6,76	3,80	OK	OK	OK	OK	28,5	9,0	10,56	7,43
49,2	14,1	21,4	38,0	32,6	39,7	6,76	3,80	OK	OK	OK	OK	26,1	6,7	10,40	7,45
46,9	13,6	20,0	36,9	32,7	38,1	6,95	3,45	OK	OK	OK	OK	26,1	7,3	10,39	7,46
46,9	13,8	20,2	37,7	32,4	38,3	6,92	3,47	OK	OK	OK	OK	27,2	10,8	10,26	6,49
50,2	12,7	19,4	36,1	30,2	37,3	5,79	4,47	OK	OK	OK	OK	26,2	9,9	10,26	6,43
50,0	13,5	19,7	36,4	31,0	37,2	5,79	4,47	OK	OK	OK	OK	27,7	8,3	10,23	7,37
46,9	14,5	21,2	37,5	32,5	38,7	6,76	3,47	OK	OK	OK	OK	25,9	10,5	10,12	6,32
50,3	12,7	19,0	36,0	30,9	37,0	5,65	4,47	OK	OK	OK	OK	28,2	6,5	9,50	6,92
46,9	14,2	21,1	37,9	32,8	38,7	6,47	3,03	OK	OK	OK	OK	29,2	8,5	8,99	6,65
48,3	14,8	22,3	37,9	30,8	40,5	6,08	2,91	OK	OK	OK	OK	32,4	7,6	8,79	6,38
46,9	14,8	22,6	37,8	33,2	38,9	5,89	2,90	OK	OK	OK	OK	34,2	10,8	7,70	4,81
49,7	13,7	21,7	36,3	29,5	37,1	4,29	3,41	OK	OK	OK	OK	31,8	11,2	7,65	4,83
50,0	13,7	21,3	36,0	31,1	37,6	4,29	3,36	OK	OK	OK	OK	36,5	9,5	6,85	5,09
46,6	14,5	23,6	37,8	31,7	39,4	4,61	2,24	OK	OK	OK	OK	37,7	8,8	6,80	4,96
46,7	14,5	23,7	37,8	31,6	38,9	4,52	2,28	OK	OK	OK	OK	42,1	13,2	5,84	4,31
46,5	14,2	24,8	37,6	30,8	39,4	3,74	2,10	OK	OK	OK	OK				

Tabulka 3.17 Naměřená a zpracovaná data 17, reálné podmínky, 1. zdroj tepla

Naměřené hodnoty								Kontrola naměřených dat				Vypočítané hodnoty			
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M10	M11	PODMÍNKÁ 1	PODMÍNKÁ 2	PODMÍNKÁ 3	PODMÍNKÁ 4	η_1 [%]	θ_{ZZT} [%]	m_{sp}^{pr} [l·min ⁻¹]	V bez RV [l·min ⁻¹]
t_{TV} [°C]	t_{sv} [°C]	t_p [°C]	t_{ov} [°C]	t_{kv} [°C]	t_{sp} [°C]	m_{TV} [l·min ⁻¹]	m_{sv} [l·min ⁻¹]								
46,3	14,1	24,9	37,9	30,9	39,0	3,74	2,06	OK	OK	OK	OK	43,4	12,2	5,80	4,26
46,5	14,8	25,9	37,9	29,9	39,9	3,74	2,06	OK	OK	OK	OK	44,2	13,4	5,80	4,32
49,7	13,7	23,3	36,5	30,1	37,3	2,94	2,57	OK	OK	OK	OK	40,7	14,2	5,51	3,43
49,3	14,0	23,8	36,2	28,9	37,9	2,95	2,51	OK	OK	OK	OK	41,0	15,3	5,46	3,48
49,2	14,4	23,5	36,2	28,8	38,0	2,93	2,46	OK	OK	OK	OK	38,6	14,9	5,39	3,44
49,2	14,4	23,5	36,1	29,4	38,3	2,94	2,43	OK	OK	OK	OK	38,1	15,3	5,37	3,47
49,2	14,1	23,3	36,1	28,4	37,6	2,93	2,43	OK	OK	OK	OK	39,1	13,8	5,36	3,40

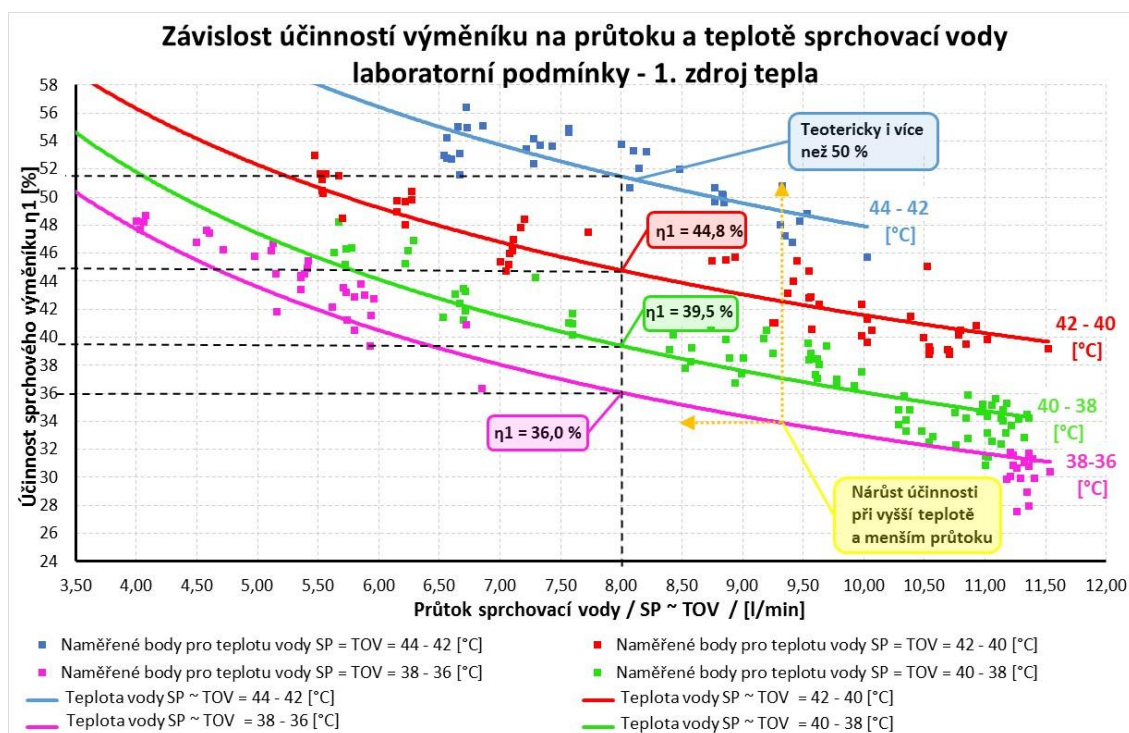
Tabulka 3.18 Naměřená a zpracovaná data 18, reálné podmínky, 1. zdroj tepla

3.2 Vyhodnocení experimentu

Pro ověření předpokladů vyplývajících z teoretických vztahů, parametrů deklarovaných výrobcem a pro zhodnocení přínosu rekuperačního výměníku (5) jsou vytvořeny grafy vyjadřující závislosti hledaných parametrů na provozních podmínkách (průtoku a teplotě sprchovací (SP) a teple vody (TV)).

3.2.1 Účinnost sprchového výměníku

Na prvním grafu (obrázek č. 3.1) je znázorněna schopnost sprchového výměníku předehřívát studenou vodu (SV) v závislosti na teplotě a průtoku sprchovací vody (SP). Měření bylo provedeno při laboratorních podmínkách (minimální tepelné ztráty) s 1. zdrojem tepla (elektrokotel) na přípravu teplé vody, který byl schopen dodat teplou vodu (TV) s teplotou v rozmezí cca 48 – 50 °C. Křivky znázorňují rozmezí měřených teplot sprchovací vody (SP), která je v tomto případě téměř stejná jako použitá sprchovací voda (TOV).

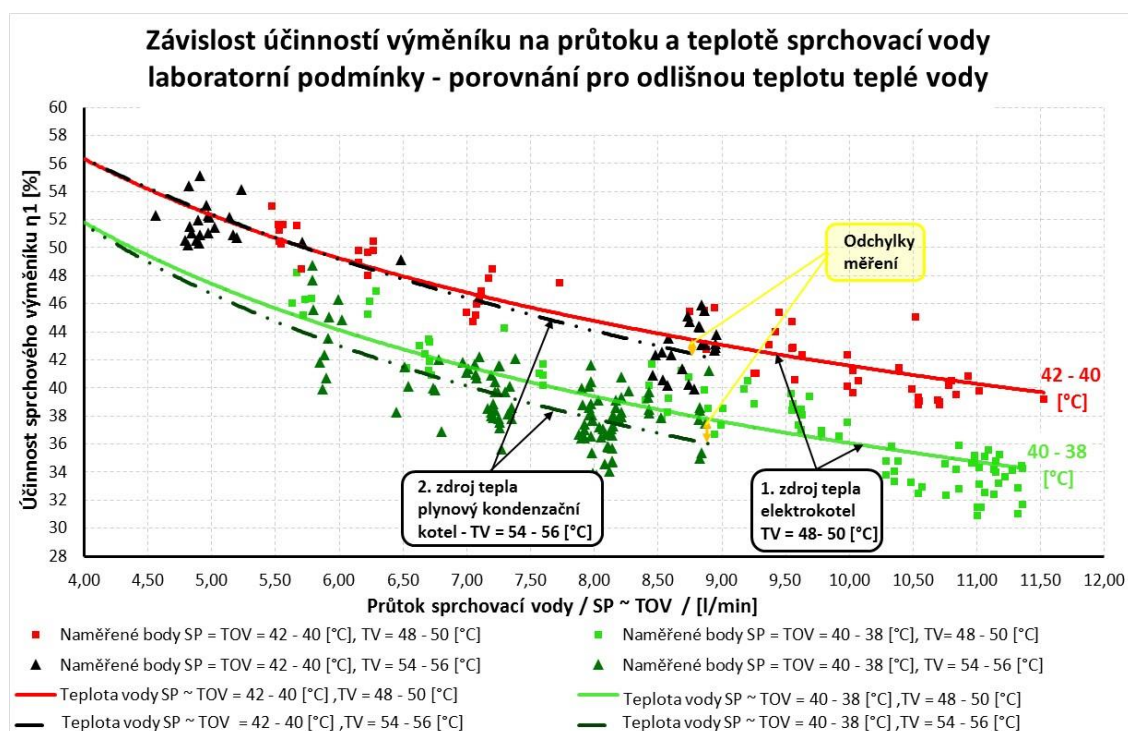


Obrázek 3.1 Graf závislosti účinnosti výměníku na průtoku a teplotě sprchovací vody

Na základě tohoto měření bylo ověřeno, že účinnost sprchového výměníku η_1 roste se zvyšující se teplotou a se snižujícím se průtokem vody, která vstupuje do sprchového výměníku (5). Budeme-li porovnávat průtok sprchovací vody (SP) roven 8,0 l/min, naměřena účinnost výměníku byla pro teplotu sprchovací vody (SP) v rozmezí 38 až 36 °C $\eta_1 = 36,0 \%$, pro teplotu sprchovací vody (SP) v rozmezí 40 až 38 °C $\eta_1 = 39,5 \%$, pro teplotu sprchovací vody (SP) v rozmezí 42 až 40 °C $\eta_1 = 44,8 \%$. Při stejném průtoku dalším zvyšováním teploty (za hranici teplot, které se běžně používají pro sprchování) sprchovací vody (SP) účinnost dále roste.

Další graf znázorňuje stejné závislosti a porovnává výsledky získané pro dva odlišné zdroje tepla (1. zdroj – elektrokotel, 2. zdroj – plynový kondenzační kotel), které dodají různou teplotu teplé vody (TV). Předpokládá se podobný průběh, protože účinnost sprchového výměníku η_1

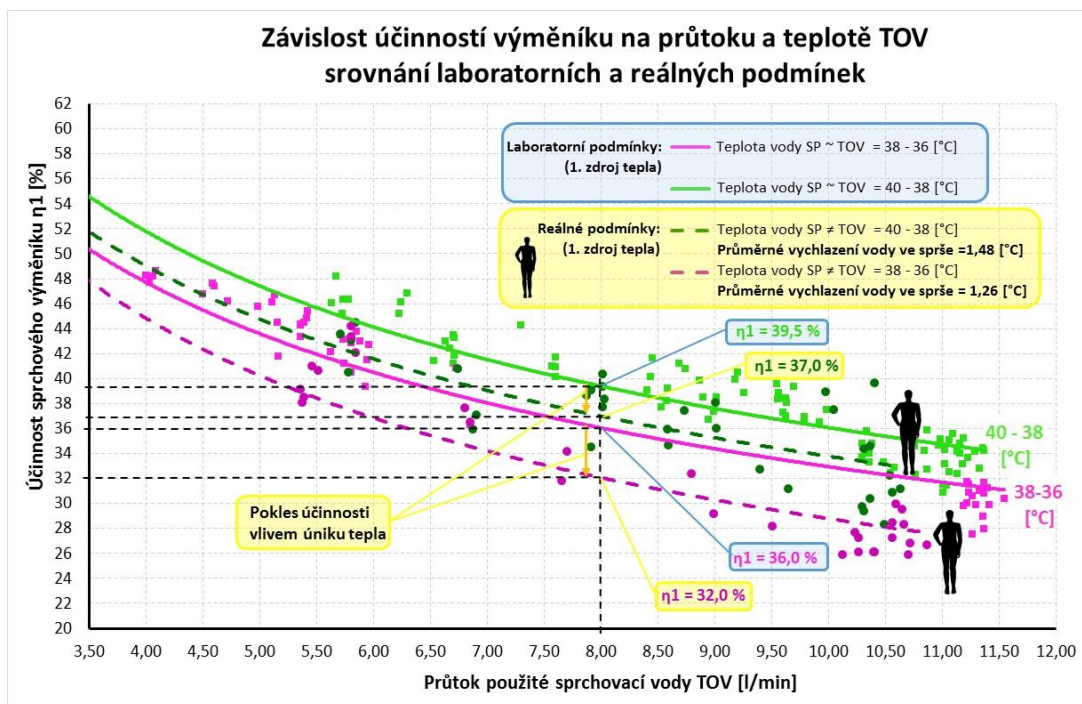
přímo nezávisí na teplotě teplé vody (TV). Výraznější rozdíl lze předpokládat u vyhodnocení poměrné úspory tepla, kde hrají roli kromě teplot i jednotlivé průtoky.



Obrázek 3.2 Graf závislosti účinnosti výměníku na průtoku a teplotě sprchovací vody srovnání laboratorních – porovnání pro odlišnou teplotu teplé vody

Jak je vidět na obrázku č. 3.2, průběhy účinnosti sprchového výměníku η_1 v závislosti na teplotě a průtoku sprchovací vody (SP) jsou pro oba zdroje i přes drobné odchylky velmi podobné. Při měření s použitím 2. zdroje (plynový kondenzační kotel) se nepodařilo naměřit hodnoty v oblasti vyšších průtoků z důvodu vyšších tlakových ztrát na straně přívodu teplé vody (TV). V krajních hodnotách průtoku sprchovací vody (SP) u 2. zdroje tepla došlo k menším odchylkám, které jsou způsobeny pravděpodobně nepřesnostmi měření. Roli může hrát i různá tepelná ztráta, při které byly jednotlivé body naměřeny. Měření potvrdilo předpoklad stejných průběhů křivek pro oba zjišťované případy.

Při těchto dvou měření byla sprchová hlavice upevněna těsně k odtoku ze sprchovací vaničky (4). Protože sprchovací voda (SP) odtékala přímo do odpadu a následně do rekuperačního výměníku, vychlazení vody (rozdíl mezi teplotou SP a TOV) bylo minimální. Zohlednění skutečných tepelných ztrát bylo provedeno simulací reálného provozu sprchy se sprchující se osobou. Při reálném sprchování se voda ochladí o povrch lidského těla, okolní vzduch a také dojde k většímu odparu. Měření a vyhodnocení je provedeno při použití 1. zdroje tepla – elektrokotel. V tomto případě lze očekávat větší vychlazení a pokles účinnosti η_1 vlivem úniku tepla. Teploty jsou při tomto vyhodnocení vztaženy k teplotě vody použité sprchovací vody TOV. Jedná se tedy o teplotu vody, která přímo vstupuje do rekuperačního výměníku (5), (nikoliv jako v případě laboratorního měření TOV = SP).

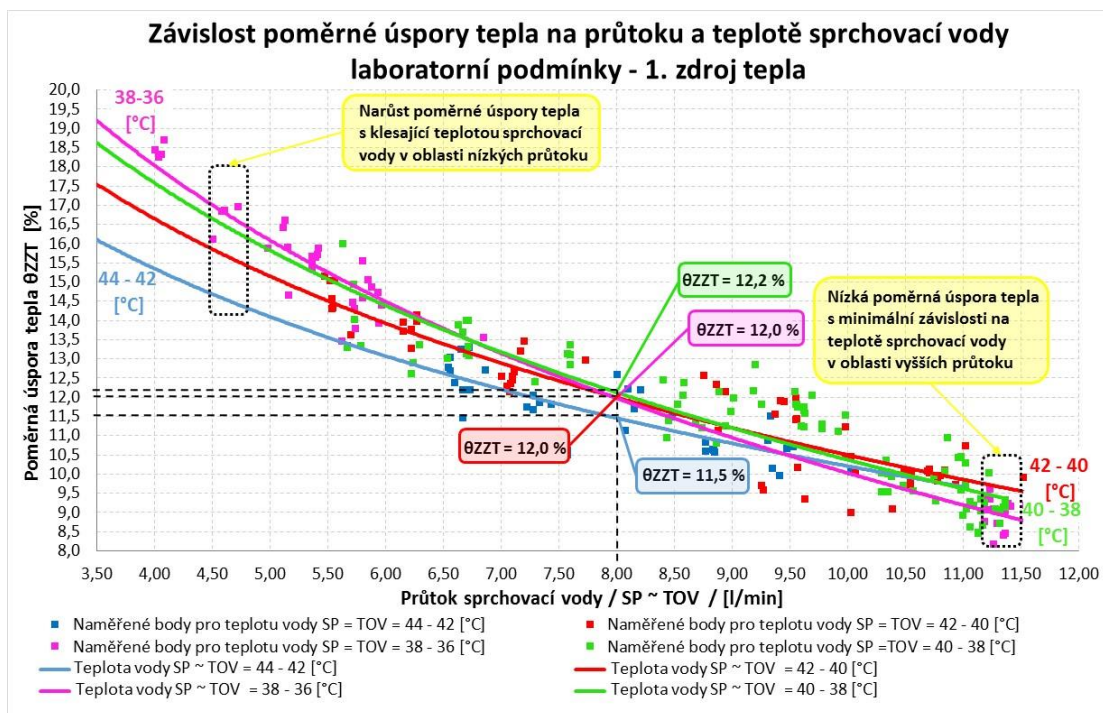


Obrázek 3.3 Graf závislosti účinnosti výměníku na průtoku a teplotě použité sprchovací vody TOV srovnání laboratorních a reálných podmínek – 1. zdroj tepla

Z výsledku porovnání reálných a laboratorních podmínek je zřejmé, že tepelné ztráty ovlivňují schopnost výměníku využít energii ze smíšené sprchovací vody (SP) na předeřhřev studené vody (SV). Průměrně došlo k vychlazení sprchovací vody (SP) o 1,47 °C a 1,26 °C pro dané teploty uvedené na obrázku č. 3.3. Konkrétní poklesy účinnosti η_1 se pro průtok 8,0 l/min pohybují – 4 % pro teplotu vody TOV z intervalu 38 až 36 °C a 1,5 % pro teplotu vody TOV z intervalu 40- 38 °C. Ačkoliv se ztráta účinnosti η_1 vlivem úniku tepla jeví jako relativně malá, je nutné uvažovat s tím, že se stále jedná pouze o laboratorní měření se snahou přiblížit se reálným podmínkám. Protože samotné měření probíhalo delší dobu, postupně došlo k zahřátí povrchu lidského těla a sprchové vaničky (4). Z tohoto důvodu lze předpokládat, že pokles účinnosti η_1 bude ve skutečném provozu ještě markantnější vlivem většího úniku tepla.

3.2.2 Poměrná úspora tepla

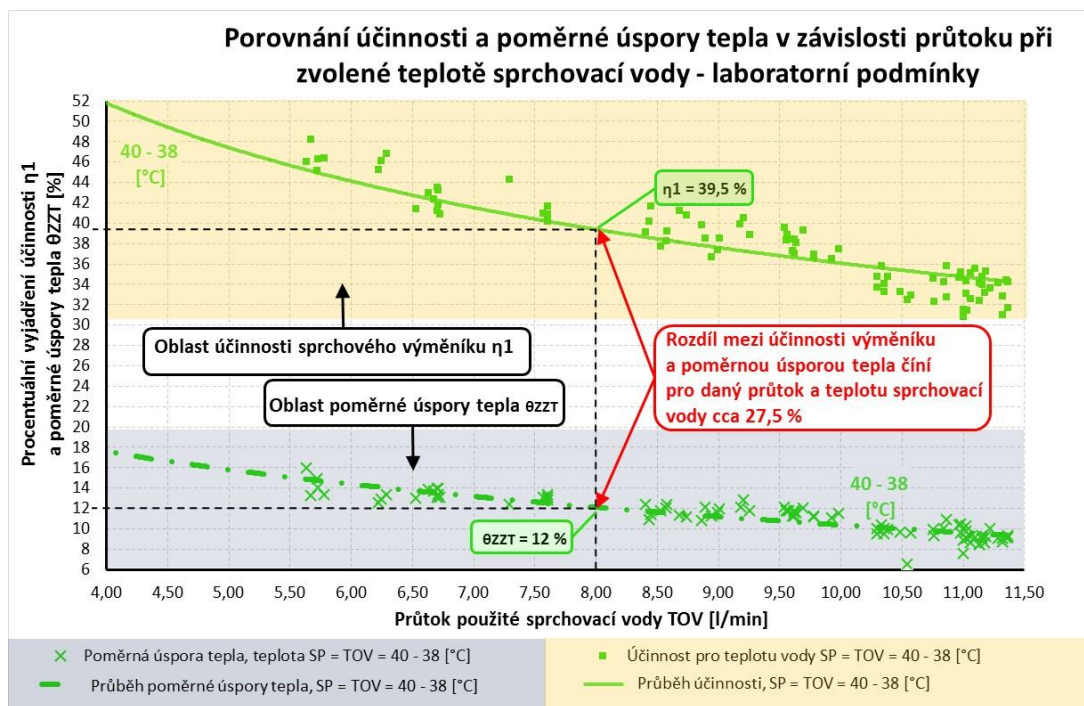
Na předchozích obrázcích bylo uvedeno, jak efektivně rekuperační výměník (5) předeřhřívá studenou vodu (SV) při různých okrajových podmínkách – průtoku a teplotách. Nyní bude podrobněji rozebrána efektivita z hlediska skutečných úspor na sprchování. Na následujícím grafu je uvedena závislost poměrné úspory tepla θ_{ZZT} na průtoku a teplotě sprchovací vody (SP) při měření v laboratorních podmínkách s použitím 1. zdroje tepla.



Obrázek 3.4 Graf závislosti poměrné úspory tepla na průtoku a teplotě sprchovací vody laboratorní podmínky – 1. zdroj tepla

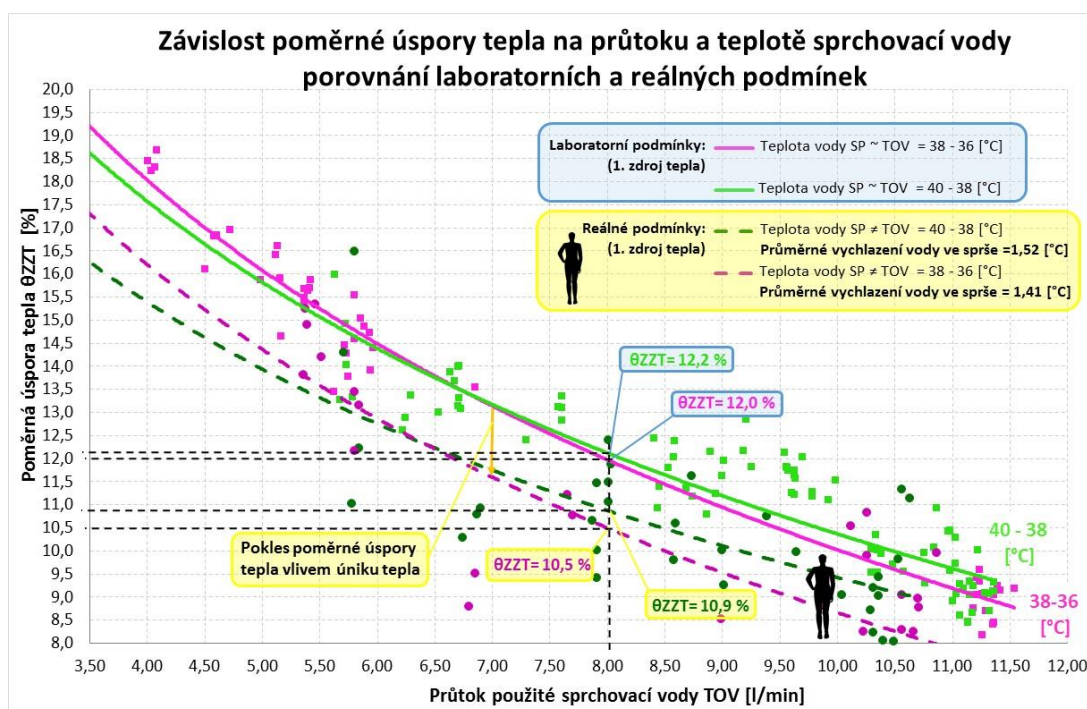
Průběh grafu na obrázku 3.4 naznačuje, že poměrná úspora θ_{ZZT} je větší s klesajícím průtokem sprchovací vody (SP) – nárůst účinnosti sprchového výměníku η_1 . Naopak podle grafického znázornění dosažených výsledků lze konstatovat, že teplota sprchovací vody (SP) hraje malou roli oproti jejímu průtoku. V oblasti nižších průtoků poměrná úspora θ_{ZZT} s klesající teplotou sprchovací vody (SP) roste. V oblastech vyšších průtoků sprchovací vody (SP) je tato závislost již zanedbatelná, v krajních hodnotách dokonce opačná. Pro sledovaný průtok 8,0 l/min jsou rozdíly poměrné úspory θ_{ZZT} pro jednotlivé teploty sprchovací vody (SP) pouze v řádech desetin procent. Podobné rozdíly budou platit téměř v každé naměřené hodnotě průtoku (mimo nízké krajní hodnoty) sprchovací vody (SP). Na základě naměřených výsledků je jasné, že poměrná úspora tepla θ_{ZZT} bude mnohem menší než samotná účinnost sprchového výměníku.

Porovnáme-li obě hodnoty pro jednu vybranou teplotu sprchovací vody (SP) – 40 až 38 °C při stejném průtoku, zjistíme, že ačkoliv je účinnost sprchového výměníku $\eta_1 = 39,5 \%$, reálně nám rekuperační výměník (5) ušetří jen něco okolo 12 % nákladů na ohřev teplé vody.



Obrázek 3.5 Graf porovnání účinnosti a poměrné úspory tepla v závislosti na průtoku při zvolené teplotě sprchovací vody – laboratorní podmínky

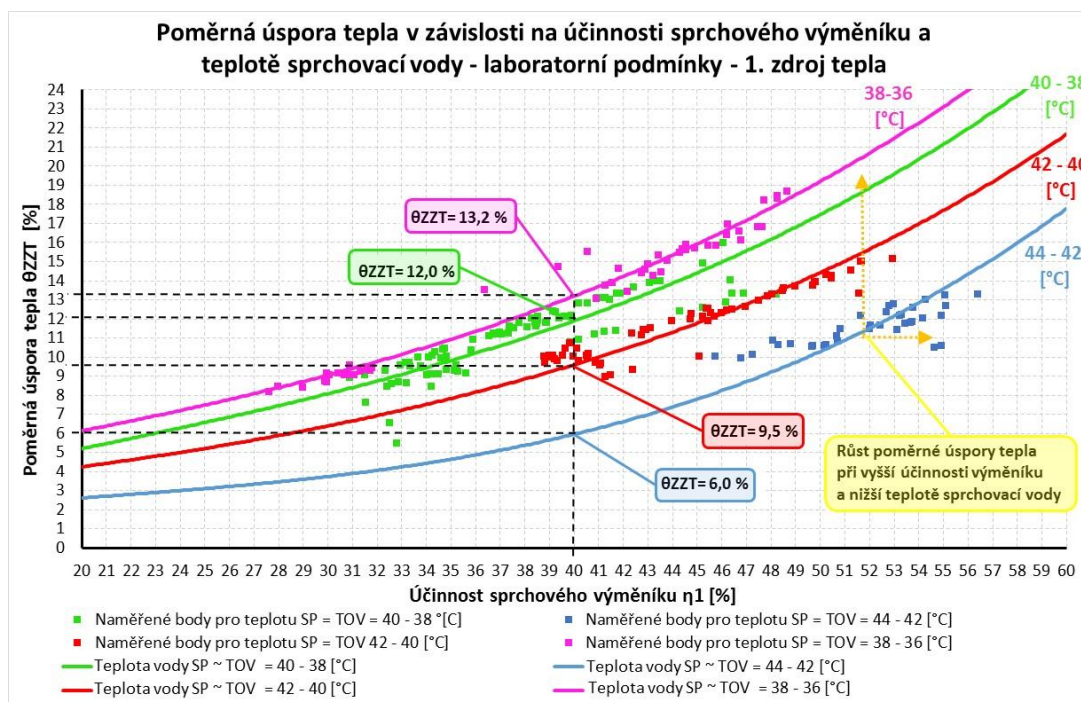
Je třeba vzít v úvahu, že naměřená odchylka mezi těmito veličinami – 27,5 % byla stanovena při laboratorních podmínkách při minimálním vychlazení sprchovací vody (SP). Lze předpokládat, že vlivem úniku tepla by byla skutečná úspora tepla ještě nižší. Pro ověření této domněnky bylo provedeno porovnání poměrné úspory tepla θ_{ZT} v závislosti na průtoku použité sprchovací vody (TOV), která proudí to rekuperačního výměníku (5), pro laboratorní a reálné podmínky – obrázek č. 3.6.



Obrázek 3.6 Graf závislosti poměrné úspory tepla na průtoku a teplotě sprchovací vody porovnání laboratorních a reálných podmínek

Na základě vyhodnocení naměřených údajů bylo ověřeno, že tepelné ztráty způsobí pokles poměrné úspory tepla θ_{ZZT} . Snížení úspory pro vybrané okrajové podmínky (průtok 8,0 l/min a vybrané teploty použité sprchovací vody (TOV)) bylo naměřeno 1,3 % a 1,5 %. Po zahrnutí vlivu úniku tepla během sprchování se dostáváme na hodnotu skutečné úspory 10,9 % pro teplotu použité sprchovací vody (TOV) z intervalu 40 až 38 °C a 10,5 % pro teplotu použité sprchovací vody (TOV) z intervalu 38 až 36 °C.

Odchylka mezi poměrnou úsporou tepla θ_{ZZT} a účinnosti sprchového výměníku η_1 se nejvýstižněji projeví při vzájemné závislosti, u které se logicky očekává rostoucí poměrná úspora tepla θ_{ZZT} se zvyšující se účinnosti η_1 . Měření, analýza a vyhodnocení je provedeno při laboratorních podmínkách s použitím 1. zdroje tepla – elektrokotel.

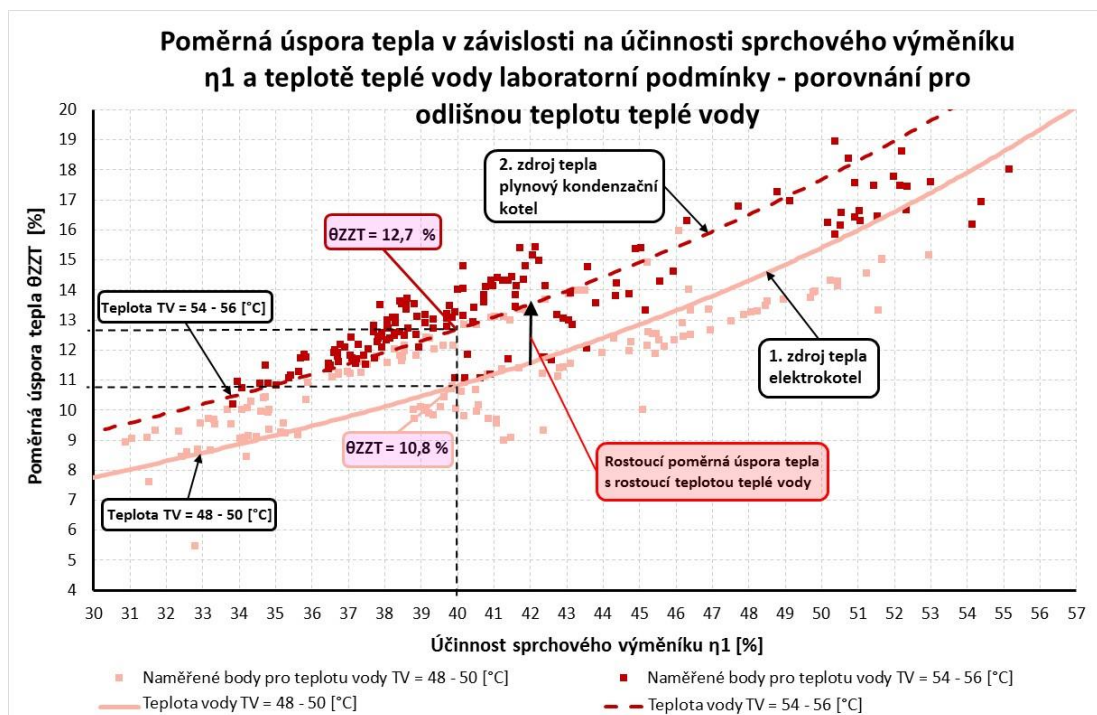


Obrázek 3.7 Graf poměrná úspora tepla v závislosti na účinnosti sprchového výměníku a teplotě sprchovací vody – laboratorní podmínky – 1. zdroj tepla

Poměrná úspora tepla θ_{ZZT} očekávaně roste se zvyšující se účinnosti sprchového výměníku η_1 a snižující se teplotou sprchovací vody (SP). Obrázek č. 3.7 jasně prokazuje, o kolik je skutečná úspora nižší, oproti schopnosti výměníku předehřívát studenou vodu. Jak už bylo uvedeno dříve, nelze tedy tyto hodnoty považovat v žádném případě za stejné.

Poměrnou úsporu tepla θ_{ZZT} kromě účinnosti sprchového výměníku η_1 a teploty vody vstupující do rekuperačního výměníku (5) ovlivňuje i způsob přípravy teplé vody (TV). Konkrétně se jedná o teplotní úroveň, na kterou je zdroj tepla schopen tuto vodu ohřát. Na základě směšovací rovnice obecně platí, že čím bude teplota teplé vody (TV) vyšší, tím menší množství jí pro požadovaný průtok a teplotu smíšené sprchovací vody (SP) bude zapotřebí. K vyšší teplotě teplé vody (TV) je zapotřebí dodat větší množství tepla. Z tohoto důvodu se předpokládá, že při změně teploty teplé vody (TV) nastane jiná poměrná úspora tepla θ_{ZZT} . Tento jev je popsán na obrázku č. 3.8, na kterém jsou příslušné křivky na rozdíl od ostatních obrázků vztaženy k teplotě teplé vody

(TV). Množina výsledných bodů omezena intervalem teplot použité sprchovací vody (TOV) 42 až 38 °C.



Obrázek 3.8 Graf poměrná úspora tepla v závislosti na účinnosti sprchového výměníku a teplotě teplé vody laboratorní podmínky – porovnání pro odlišnou teplotu teplé vody

Pro ověření předchozích předpokladů byl vypracovaný graf na obrázku č. 3.8. Na základě výsledku měření bylo zjištěno, že při použití teplejší teplé vody (TV) se uspoří více energie při stejné účinnosti sprchového výměníku η_1 . Narůst úspory však není nijak veliký, pro tyto konkrétní podmínky (účinnost výměníku η_1 40 %) byl okolo 1,9 %. Jak je vidět na obrázku č. 3.8, výsledky jsou ale zatíženy velkou odchylkou. To, že jsou body jedné skupiny hodnot poměrně rozptýlené, způsobuje i samotná teplota použité sprchovací vody (TOV), kterou tento graf nezohledňuje.

3.2.3 Ekonomické zhodnocení

V poslední části vyhodnocení tohoto experimentu bych chtěl zjednodušeně vyhodnotit návratnost a ekonomický přínos předmětného sprchového výměníku (5) na základě předchozích naměřených údajů (reálné podmínky). Vyhodnocení bude provedeno pouze velmi zjednodušeně formou prosté doby návratnosti na základě nákladů na pořízení sprchového výměníku (5) a finančního výnosu při jeho používání.

Náklady na pořízení zahrnují pouze průměrnou pořizovací cenu samotného rekuperačního výměníku (5). Konkrétně se jedná o částku 7 200 Kč. [42] Nezapočítávají se zde náklady na práci při instalaci, ani potřeba většího množství potrubí. Tyto položky jsou v rámci celé stavby zanedbatelné. Všechny výpočty jsou dále uvažovány pouze pro novostavby (případně pro větší změny dokončené stavby), neboť instalace ve stávajících objektech se neobejde bez drahých stavebních úprav. Z tohoto pohledu se uvažuje, že sprchový výměník (5) není natolik efektivní, aby se vyplatilo stavebně upravovat velkou část koupelny. Výnosy jsou stanoveny pro vybrané hodnoty,

kteř se průměrně uvažují pro běžné sprchování. Výsledky je třeba brát pouze orientačně, protože vstupní hodnoty jsou omezené. Nelze přesně definovat profil užívání sprchy, neboť se jedná o velice individuální záležitost. Návratnost bude stanovena zjednodušeně pro dvě modelové situace – běžný rodinný dům a menší fotbalové tréninkové centrum. Pro obě varianty budou uvažovány oba použité zdroje tepla (1. zdroj – elektrokotel, 2. zdroj – plynový kondenzační kotel). Zdroje tepla výpočet rozdělují pouze ve smyslu ceny za energii, předpokládá se stejná teplota připravované teplé vody (TV). Cena energie za elektřinu byla uvažována 3,94 Kč/kWh (s DPH 21 %) [80] a za zemní plyn 1,42 Kč/kWh (s DPH 21 %). [43]

3.2.3.1 Návratnost v rodinném domě

Jedná se o jednoduchou modelovou situaci provozu běžného rodinného domu. Pro tento případ se uvažuje s pěti osobami, kdy každá se sprchuje jednou denně po dobu osmi minut. Pro tuto modelovou situaci jsou následující vstupní okrajové podmínky:

Teplota sprchovací vody [°C]:	40-38
Teplota teplé vody [°C]:	48-50
Teplota studené vody [°C]:	12,5
Průtok sprchovací vody [l·min ⁻¹]:	8,00
Průtok teplé vody s výměníkem [l·min ⁻¹]:	5,41
Průtok teplé vody bez výměníku [l·min ⁻¹]:	6,06
Průtok studené vody s výměníkem [°C]:	2,60
Počet osob:	5
Počet sprchování jedné osoby za den:	1

Tabulka 3.19 Vstupní okrajové podmínky pro návratnost sprchového výměníku v rodinném domě

Pro tyto hodnoty byla stanovena návratnost pro oba zdroje tepla:

1. Zdroj tepla - elektrokotel									
Délka sprchování [min]	Účinnost sprchového výměníku η_1 [%]	Poměrná úspora tepla θ_{ZZT} [%]	$E_{bez,RV}$ [kWh]	$E_{s,RV}$ [kWh]	Úspora energie $E_{u,sp}$ na jedno sprchování [kWh]	Úspora energie $E_{u,d}$ za den [kWh/den]	Upořené částka (zdroj 1) na den $U_{1,d}$ [Kč/den]	Upořené částka za rok (zdroj 1) $U_{1,r}$ [Kč/rok]	Návratnost N_1 [rok]
8	37,0	10,72	2,114	1,887	0,227	1,134	4,467	1630,386	4,4
2. Zdroj tepla - plynový kondenzační kotel									
Délka sprchování [min]	Účinnost sprchového výměníku η_1 [%]	Poměrná úspora tepla θ_{ZZT} [%]	$E_{bez,RV}$ [kWh]	$E_{s,RV}$ [kWh]	Úspora energie $E_{u,sp}$ na jedno sprchování [kWh]	Úspora energie $E_{u,d}$ za den [kWh/den]	Upořené částka (zdroj 2) na den $U_{2,d}$ [Kč/den]	Upořené částka za rok (zdroj 2) $U_{2,r}$ [Kč/rok]	Návratnost N_2 [rok]
8	37,0	10,72	2,114	1,887	0,227	1,134	1,610	587,601	12,3

Tabulka 3.20 Návratnost sprchového výměníku v rodinném domě

Pro tyto vstupní parametry byly stanoveny doby návratnosti 4,4 roků (1. zdroj tepla – elektrokotel) a 12,3 roků (2. zdroj tepla – plynový kondenzační kotel). Budeme-li uvažovat životnost sprchového výměníku 10 let, je patrné, že jeho instalace v rodinném domě nemá z ekonomického hlediska příliš smysl. Výjimkou můžou být rodinné domy, které by ohřívaly vodu na sprchování výlučně pomocí elektrické energie. V tomto případě by návratnost sprchového výměníku (5), která je podmíněna vysokou cenou za energii, mohla být přibližně v polovině jeho životnosti zařízení.

3.2.3.2 Menší fotbalové tréninkové centrum

Druhý výpočet je proveden pro provoz, ve kterém se předpokládá efektivnější využití sprchového výměníku (5). Konkrétně se jedná o menší fotbalové tréninkové centrum s jednou hrací plochou a se dvěma šatnami. V každé šatně budou instalovány tři sprchy s rekuperačním výměníkem (5). Pořizovací náklady jsou proto šestinásobné, podrobnější popis předpokládaného užívání je uveden v tabulce vstupních okrajových podmínek:

Vstupní okrajové podmínky		Harmonogram sprchování			
Teplota sprchovací vody [°C]:	40-38	Den	Činnost	Počet činností za den	Počet sprchujících se osob
Teplota teplé vody [°C]:	48-50	po-pa	trénink	4	15
Teplota studené vody [°C]:	12,5	so	utkání	2	27
Průtok sprchovací vody [l·min ⁻¹]:	8,00	ne	-	-	-
Průtok teplé vody s výměníkem [l·min ⁻¹]:	5,41	Celkový počet sprchování za týden:			
Průtok teplé vody bez výměníku [l·min ⁻¹]:	6,06	354			
Průtok studené vody s výměníkem [°C]:	2,60				

Tabulka 3.21 Vstupní okrajové podmínky pro návratnost sprchového výměníku v tréninkovém centru

Pro tyto hodnoty byla stanovena návratnost pro oba zdroje tepla:

1. Zdroj tepla - elektrokotel									
Délka sprchování [min]	Účinnost sprchového výměníku η_1 [%]	Poměrná úspora tepla θ_{zzT} [%]	$E_{bez,RV}$ [kWh]	$E_{s,RV}$ [kWh]	Úspora energie $E_{u,sp}$ na jedno sprchování [kWh]	Úspora energie $E_{u,t}$ za týden [kWh/týden]	Upořené částka (zdroj 1) za týden $U_{1,t}$ [Kč/týden]	Upořené částka za rok (zdroj 1) $U_{1,r}$ [Kč/rok]	Návratnost N_1 [rok]
5	37,0	10,72	1,321	1,179	0,142	50,167	197,656	10278,132	4,2
2. Zdroj tepla - plynový kondenzační kotel									
Délka sprchování [min]	Účinnost sprchového výměníku η_1 [%]	Poměrná úspora tepla θ_{zzT} [%]	$E_{bez,RV}$ [kWh]	$E_{s,RV}$ [kWh]	Úspora energie $E_{u,sp}$ na jedno sprchování [kWh]	Úspora energie $E_{u,t}$ za týden [kWh/týden]	Upořené částka (zdroj 2) za týden $U_{2,t}$ [Kč/týden]	Upořené částka za rok (zdroj 2) $U_{2,r}$ [Kč/rok]	Návratnost N_2 [rok]
5	37,0	10,72	1,321	1,179	0,142	50,167	71,237	3704,301	11,7

Tabulka 3.22 Návratnost sprchového výměníku v tréninkovém centru

Ačkoliv se počet sprchování za den na jeden sprchový výměník oproti první situaci s rodinným domem zvětšil téměř o dvě třetiny, návratnost je pouze nepatrně menší. Hlavní příčinou je délka doby sprchování. U těchto sportovních zařízení se předpokládá kratší doba sprchování než v prostředí rodinných domů. Z ekonomického hlediska pro tento případ jeví opět výhodně pouze varianta s přípravou teplé vody pomocí elektrokotle. Obecně to ale nelze považovat jako pravidlo, jelikož každý provoz takového zařízení je specifický a ovlivňuje ho celá řada dalších faktorů.

3.2.3.3 Návratnost v závislosti na procentu denního využití sprchového výměníku

Jak je vidět u předchozích dvou modelových příkladů, návratnost předmětného rekuperačního výměníku (5) podstatně ovlivňuje denní doba používání (nebudeme-li uvažovat cenu energie). U prvního případu s rodinným domem bylo uvažováno, že sprchování bude probíhat 40 minut za den na výměník (5). U druhého případu je doba sprchování počítaná jako přibližně 42 minut za den na jeden sprchový výměník (5). Protože je denní doba sprchování vztažená na

jeden sprchový výměník (5) v obou případech podobná, je přibližně stejná i návratnost pro jednotlivé zdroje tepla. Výše již také bylo popsáno, že se z ekonomického hlediska zařízení pro tyto dva provozy zařízení příliš nehodí.

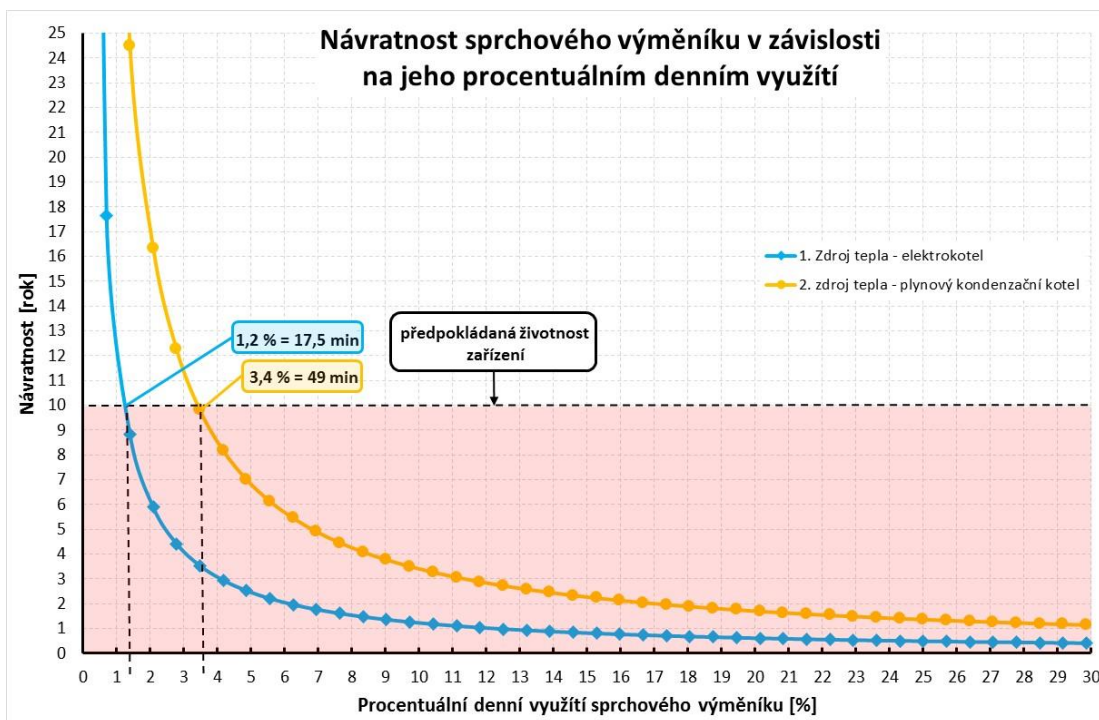
Naopak v objektech, kde v rámci provozu probíhá sprchování častěji, by bylo zavedení tohoto rekuperačního výměníku (5) ekonomicky výhodnější. Teoreticky by takovými objekty mohly být aquaparky, wellness centra nebo lázně. Pro tyto objekty se předpokládá vysoké procentuální denní využití sprchového výměníku (5). Tato veličina potom vyjadřuje kolik procent denního času je zařízení v provozu. V následujících tabulkách je uveden výpočet návratnosti pro různé procentuální denní využití sprchového výměníku (5) s krokem po deseti minutách. Na obrázku č. 3.9 je dále znázorněna vzájemná závislost těchto veličin. Výpočty jsou opět rozděleny na dvě skupiny podle zdroje tepla, červeně je znázorněna hodnota pro předchozí modelové situace (rodinný dům, menší tréninkové fotbalové centrum).

1. Zdroj tepla - elektrokotel							
Denní délka sprchování [min/den]	Procentuální denní využití sprchového výměníku [%]	$E_{bez,RV}$ [kWh]	$E_{s,RV}$ [kWh]	Úspora energie $E_{u,sp}$ za celodenní sprchování [kWh/den]	Upořené částka (zdroj 1) za den $U_{1,d}$ [Kč/den]	Upořené částka za rok (zdroj 1) $U_{1,r}$ [Kč/rok]	Návratnost N_1 [rok]
10	0,7	2,642	2,359	0,283	1,1	408	17,66
20	1,4	5,285	4,718	0,567	2,2	815	8,83
30	2,1	7,927	7,077	0,850	3,4	1 223	5,89
40	2,8	10,570	9,436	1,134	4,5	1 630	4,42
50	3,5	13,212	11,795	1,417	5,6	2 038	3,53
60	4,2	15,854	14,154	1,701	6,7	2 446	2,94
70	4,9	18,497	16,513	1,984	7,8	2 853	2,52
80	5,6	21,139	18,872	2,267	8,9	3 261	2,21
90	6,3	23,782	21,231	2,551	10,1	3 668	1,96
100	6,9	26,424	23,590	2,834	11,2	4 076	1,77
110	7,6	29,067	25,949	3,118	12,3	4 484	1,61
120	8,3	31,709	28,308	3,401	13,4	4 891	1,47
130	9,0	34,351	30,667	3,685	14,5	5 299	1,36
140	9,7	36,994	33,026	3,968	15,6	5 706	1,26
150	10,4	39,636	35,385	4,251	16,8	6 114	1,18
160	11,1	42,279	37,744	4,535	17,9	6 522	1,10
170	11,8	44,921	40,103	4,818	19,0	6 929	1,04
180	12,5	47,563	42,462	5,102	20,1	7 337	0,98
190	13,2	50,206	44,821	5,385	21,2	7 744	0,93
200	13,9	52,848	47,180	5,669	22,3	8 152	0,88
210	14,6	55,491	49,539	5,952	23,5	8 560	0,84
220	15,3	58,133	51,898	6,235	24,6	8 967	0,80
230	16,0	60,775	54,257	6,519	25,7	9 375	0,77
240	16,7	63,418	56,616	6,802	26,8	9 782	0,74
250	17,4	66,060	58,975	7,086	27,9	10 190	0,71
260	18,1	68,703	61,334	7,369	29,0	10 598	0,68
270	18,8	71,345	63,693	7,653	30,2	11 005	0,65
280	19,4	73,988	66,052	7,936	31,3	11 413	0,63
290	20,1	76,630	68,411	8,219	32,4	11 820	0,61
300	20,8	79,272	70,770	8,503	33,5	12 228	0,59
310	21,5	81,915	73,129	8,786	34,6	12 635	0,57
320	22,2	84,557	75,488	9,070	35,7	13 043	0,55
330	22,9	87,200	77,847	9,353	36,9	13 451	0,54
340	23,6	89,842	80,206	9,637	38,0	13 858	0,52
350	24,3	92,484	82,564	9,920	39,1	14 266	0,50
360	25,0	95,127	84,923	10,203	40,2	14 673	0,49
370	25,7	97,769	87,282	10,487	41,3	15 081	0,48
380	26,4	100,412	89,641	10,770	42,4	15 489	0,46
390	27,1	103,054	92,000	11,054	43,6	15 896	0,45
400	27,8	105,697	94,359	11,337	44,7	16 304	0,44
410	28,5	108,339	96,718	11,621	45,8	16 711	0,43
420	29,2	110,981	99,077	11,904	46,9	17 119	0,42
430	29,9	113,624	101,436	12,187	48,0	17 527	0,41

Tabulka 3.23 Výpočet návratnosti dle procentuální denní doby využití – 1. zdroj tepla

2. Zdroj tepla - plynový kondenzační kotel							
Denní délka sprchování [min/den]	Procentuální denní využití sprchového výměníku [%]	$E_{bez,RV}$ [kWh]	$E_{s,RV}$ [kWh]	Úspora energie $E_{u,sp}$ za celodenní sprchování [kWh/den]	Upořené částka (zdroj 1) za den $U_{1,d}$ [Kč/den]	Upořené částka za rok (zdroj 1) $U_{1,r}$ [Kč/rok]	Návratnost N_1 [rok]
10	0,7	2,642	2,359	0,283	0,4	147	49,01
20	1,4	5,285	4,718	0,567	0,8	294	24,51
30	2,1	7,927	7,077	0,850	1,2	441	16,34
40	2,8	10,570	9,436	1,134	1,6	588	12,25
50	3,5	13,212	11,795	1,417	2,0	735	9,80
60	4,2	15,854	14,154	1,701	2,4	881	8,17
70	4,9	18,497	16,513	1,984	2,8	1 028	7,00
80	5,6	21,139	18,872	2,267	3,2	1 175	6,13
90	6,3	23,782	21,231	2,551	3,6	1 322	5,45
100	6,9	26,424	23,590	2,834	4,0	1 469	4,90
110	7,6	29,067	25,949	3,118	4,4	1 616	4,46
120	8,3	31,709	28,308	3,401	4,8	1 763	4,08
130	9,0	34,351	30,667	3,685	5,2	1 910	3,77
140	9,7	36,994	33,026	3,968	5,6	2 057	3,50
150	10,4	39,636	35,385	4,251	6,0	2 204	3,27
160	11,1	42,279	37,744	4,535	6,4	2 350	3,06
170	11,8	44,921	40,103	4,818	6,8	2 497	2,88
180	12,5	47,563	42,462	5,102	7,2	2 644	2,72
190	13,2	50,206	44,821	5,385	7,6	2 791	2,58
200	13,9	52,848	47,180	5,669	8,0	2 938	2,45
210	14,6	55,491	49,539	5,952	8,5	3 085	2,33
220	15,3	58,133	51,898	6,235	8,9	3 232	2,23
230	16,0	60,775	54,257	6,519	9,3	3 379	2,13
240	16,7	63,418	56,616	6,802	9,7	3 526	2,04
250	17,4	66,060	58,975	7,086	10,1	3 673	1,96
260	18,1	68,703	61,334	7,369	10,5	3 819	1,89
270	18,8	71,345	63,693	7,653	10,9	3 966	1,82
280	19,4	73,988	66,052	7,936	11,3	4 113	1,75
290	20,1	76,630	68,411	8,219	11,7	4 260	1,69
300	20,8	79,272	70,770	8,503	12,1	4 407	1,63
310	21,5	81,915	73,129	8,786	12,5	4 554	1,58
320	22,2	84,557	75,488	9,070	12,9	4 701	1,53
330	22,9	87,200	77,847	9,353	13,3	4 848	1,49
340	23,6	89,842	80,206	9,637	13,7	4 995	1,44
350	24,3	92,484	82,564	9,920	14,1	5 142	1,40
360	25,0	95,127	84,923	10,203	14,5	5 288	1,36
370	25,7	97,769	87,282	10,487	14,9	5 435	1,32
380	26,4	100,412	89,641	10,770	15,3	5 582	1,29
390	27,1	103,054	92,000	11,054	15,7	5 729	1,26
400	27,8	105,697	94,359	11,337	16,1	5 876	1,23
410	28,5	108,339	96,718	11,621	16,5	6 023	1,20
420	29,2	110,981	99,077	11,904	16,9	6 170	1,17
430	29,9	113,624	101,436	12,187	17,3	6 317	1,14

Tabulka 3.24 Výpočet návratnosti dle procentuální denní doby využití – 2. zdroj tepla



Obrázek 3.9 Graf návratnost sprchového výměníku v závislosti na jeho procentuálním denním využití

Pro výpočet byly uvažovány jednotlivé hodnoty procentuálního denního využití sprchového výměníku konstantní pro všechny dny v roce. Z obrázku č. 3.9 je zřejmé, že čím častěji se bude sprcha denně používat, tím dříve se investice do předmětného zařízení vrátí. V oblasti přibližně od 0 do 10 % denního využití sprchového výměníku se přidáváním doby využití podstatně snižuje návratnost zařízení. S dalším přidáváním za tuto oblast návratnost klesá výrazně pomaleji.

4 ZÁVĚR

Měřením, analýzou a vyhodnocením se mi podařilo dosáhnout všech cílů, které jsem si pro tento experiment vytyčil. Během tohoto procesu jsem si vyzkoušel, jak může být komplikované daných výsledků dosáhnout. Velmi důležité bylo naměřená data kontrolovat a podrobně analyzovat, protože práce s experimentálním modelem je velmi citlivou záležitostí a snadno dojde k naměření nesmyslných hodnot. I přes všechny drobnější problémy spojené s měřením a vyhodnocením se mi povedlo nalézt závislosti pro všechny hledané veličiny.

To, jak efektivně rekuperační výměník (5) pracuje, ovlivňuje především teplota a průtok sprchovací vody (SP). Se zvyšující teplotou a klesajícím průtokem sprchovací vody (SP) přínos výměníku (5) roste. Nejdůležitějším poznatkem mého experimentu je ale ověření očekávaného předpokladu, že účinnost sprchového výměníku η_1 není stejná jako poměrná úspora tepla θ_{ZZT} . Jak již bylo dříve napsáno, zhotovitel zařízení uvádí, že rekuperační výměník dokáže snížit spotřebu teplé vody až o 45 %. [42] Ačkoliv výrobce ve svých podkladech neuvádí pracovní podmínky, při kterých výsledku dosáhl, na základě svých naměřených údajů mohu tvrdit, že tyto úspory pro běžné teploty sprchovací vody (SP) nelze dosáhnout. Deklarované hodnoty je reálně

možné dosáhnout ve formě účinnosti sprchového výměníku $\eta_1 = 45 \%$, tedy procentuálního využití energie sprchovací vody (SP) na predehřev studené vody (SV). Skutečná úspora energie (poměrná úspora tepla θ_{ZZT}) bude řádově nižší – dle vstupních parametrů lehce nad 10 %. Není proto žádným překvapením, že běžná rodina ušetří použitím sprchového výměníku jen několik stovek ročně. Aby bylo dosaženo deklarované úspory energie, bylo by zapotřebí navrhnout a vyrobit konstrukci výměníku tak, aby jeho účinnost η_1 byla mnohem vyšší (cca kolem 70 %).

Myslím si, že je velmi důležité, aby se u každé navrhované stavby hledaly způsoby, jak využívat odpaní teplo pro šetření energií a životního prostředí. Na druhou stranu je vždy nutné zhodnotit přínos a efektivitu systému případného získávání odpadního tepla. V případě předmětného sprchového výměníku se bohužel domnívám, že je jeho efektivní využití velmi omezené. Přihlédnuli k výsledkům ekonomického zhodnocení, je jasné, že uplatnění v běžných objektech nenajde. Z mého úhlu pohledu sprchový výměník dobře (5) poslouží pro stavby, jako jsou: bazény, wellness centra, lázně nebo větší sportovní areály. Prostě všude tam, kde si lidé často a pravidelně sprchují ve velkém počtu. Zároveň je sprchový výměník (5) efektivnější v případě, že je do sprchové baterie přiváděna teplá voda (TV) o vysoké teplotě a cena za energii na její ohřátí je také vysoká. Navíc se ve většině případů hodí pouze pro novostavby, protože náklady na stavební úpravy spojené s instalací sprchového výměníku (5) do stávající koupelny jsou příliš velké v porovnání s případnou úsporou nákladu na ohřev teplé vody.

Aby měření, zpracování a vyhodnocení celého experimentu nezůstalo pouze v teoretické rovině na úrovni laboratorního měření, rozhodl jsem se, že část měření přiblížím alespoň z části reálnému užívání sprchy. To představovalo naměření potřebných údajů při situaci, kdy bude ve sprše osoba, která bude simulovat reálné sprchování. Kontrolovat průběh měření a zároveň se sprchovat by nebylo proveditelné. Proto bych chtěl na závěr této práce poděkovat mé asistenci, slečně Kristýně za ochotu a trpělivost při měření – sprchování.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo teoreticky prozkoumat různé způsoby využívání odpadního tepla, prakticky aplikovat vybraný způsob rekuperace na zadané budově a experimentálně ověřit hledané parametry pro sprchový, rekuperační výměník. Celá tato diplomová práce je členěna do třech bodů.

V první části jsem teoreticky rozebíral podstatu jednotlivých fyzikálních dějů při rekuperaci tepla a jejich využití v praxi. Obecně jsem se snažil popsat různé druhy odpadního tepla. Při studia tohoto tématu jsem se obohatil o velmi zajímavé informace. Prohloubil jsi představu, kolika možnými způsoby lze získávat odpadní teplo. Na druhou stranu jsem pochopil, že samotná aplikace rekuperace tepla může být technicky značně problematičtá. Podrobněji jsem se zaměřoval na získávání tepla z odpadní vody, protože právě tento způsob získávání tepla jsem uplatnil v navazujících částech.

V druhém pasáži jsem aplikoval využívání tepla z odpadní vody při návrhu technického řešení rekonstrukce systému vytápění objektu polikliniky. Výměna systému vytápění bude provedena v rámci navržených stavebních úprav. Stávající otopná soustava včetně všech prvků systému vytápění předmětné budovy je stářím značně opotřebená a v nevyhovujícím technickém stavu, proto jsem provedl návrh nového a pružnějšího systému vytápění, který odpovídal aktuální potřebě tepla. Projekt jsem řešil ve dvou variantách ve smyslu využívání tepla z odpadní vody pro přípravu teplé vody. V první jsem navrhl osazení lokálních, rekuperačních, sprchových výměníků do provozu rehabilitací, lázní a masáží. Tyto provozy nově vzniknou v rámci navržených stavebních úprav. U druhé varianty je uvažováno s centrální rekuperací s využitím tepelného výměníku v akumulační jímce a tepelného čerpadla voda – voda. Se stejného provozu by se napojily všechny zařizovací předměty kanalizací do akumulační jímky odpadních vod a využila by se jejich energie na částečné pokrytí potřebného výkonu pro ohřev teplé vody. Na základě technického a ekonomického vyhodnocení jsem vybral první variantu. Druhá varianta je neefektivní a zůstává pouze ve formě studie. Kromě kompletního návrhu nového systému vytápění zjednodušeně popisují řešení navazujících profesí. Součástí této části je výkresová dokumentace vytápění objektu polikliniky, výpočtová část, technické údaje navržených zařízení a technická zpráva.

V poslední části jsem experimentálně stanovoval hledané parametry pro rekuperační, sprchový výměník, který byl navržený v první variantě druhé části této diplomové práce. Cílem experimentu bylo stanovit teplotní účinnost zařízení, poměrnou úsporu tepla a zhodnotit ekonomický přínos zařízení. Měření jsem prováděl při různých okrajových podmínkách a při dvou provozech. V prvním případě při laboratorních podmínkách, kdy byla sprchová hlavice umístěna těsně u odpadu sprchové vaničky. A dále pak při reálných podmínkách se sprchující se osobou. Na závěr jsem zhodnotil ekonomický přínos zařízení ve formě prosté doby návratnosti pro dva modelové případy použití a zjistil pro jaké provozy je použití rekuperačního zařízení nejvýhodnější.

Během bádání, získávání informací a studia této nesmírně zajímavé problematiky jsem si podstatně rozšířil své znalosti o velmi užitečné poznatky. Zároveň jsem se utvrdil v názoru, že

recyklovat energii z nejrůznějších technologických a průmyslových procesů je pro ochranu životního prostředí minimálně stejně důležité jako náhrada fosilních paliv energií z obnovitelných zdrojů. Naše planeta stále disponuje obrovským množstvím energie v podobě nerostných surovin. Je však jasné, že jejich zásoby nejsou nekonečné.

POUŽITÉ ZDROJE

Literatura

- [1] POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Vytápění*. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3329-3.
- [2] KARLÍK, Robert. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2720-2.
- [3] MENDRYGAL, Roman, Rostislav HEGAR a Václav ČÍŽEK. *Ekologická výroba tepla a elektrické energie*. Ostrava: Moravskoslezský energetický klastr, 2013. ISBN 978-80-905392-8-0.
- [4] VRÁNA, Jakub. *Technická zařízení budov v praxi: [příručka pro stavaře]*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1588-9.
- [5] STEHLÍK, Petr, Josef KOHOUTEK a Jan NĚMČANSKÝ. *Tepelné pochody: Výpočet výměníku tepla*. Brno: VUT, 1991. ISBN 978-80-214-0363-5.
- [6] SRDEČNÝ, Karel a Jan TRUXA. *Tepelná čerpadla*. Praha: EkoWATT, 2009. ISBN 978-80-87333-02-0.
- [7] GALAS, Otakar a Veronika ŠÍPKOVÁ. *Sborník o tepelných čerpadlech*. Ostrava: Moravskoslezský energetický klastr, 2014. ISBN 978-80-905392-9-7.

Normy, TNI, TPG, vyhlášky

- [8] ČSN 06 0830. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [9] ČSN 07 0703. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *Kotelny se zařízeními na plynná paliva*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [10] ČSN 06 0320. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [11] ČSN 73 0540-2. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *Tepelná ochrana budov - Část: 2 Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [12] ČSN EN 12831. TEPELNÉ SOUSTAVY V BUDOVÁCH. *Výpočet tepelného výkonu*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [13] ČSN 73 0540. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [14] TNI 73 0331. *Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [15] TPG 908 02. TECHNICKÁ PRAVIDLA GAS. *Větrání prostorů se spotřebiči na plynná paliva s celkovým výkonem větším než 100 kW*. B.m.: GAS s.r.o., 2001

- [16] *VYHLÁŠKA Č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.* 2007.

Internetové zdroje

- [17] *Zpětné využívání odpadních vod v domech pro bydlení - TZB-info* [online]. [vid. 2017-02-27]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/11202-zpetne-vyuzivani-odpadnich-vod-v-domech-pro-bydleni>
- [18] *Možnosti využití tepla z vnějších kanalizačních systémů - TZB-info* [online]. [vid. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/11687-moznosti-vyuziti-tepla-z-vnejsich-kanalizacnich-systemu>
- [19] *Co jsou kogenerační jednotky* [online]. [vid. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://kogenerace.tedom.com/co-jsou-kogeneracni-jednotky.html>
- [20] *kogenerace.indd - Kogeneracni_jednotky_zrizovani_provoz_2220047233.pdf* [online]. [vid. 2017-02-22]. Dostupné z: http://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/Kogeneracni_jednotky_zrizovani_provoz_2220047233.pdf
- [21] *Kogenerace – princip, technologie a výhody* [online]. [vid. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/kogenerace-princip-technologie-a-vyhody/>
- [22] *Jak využít teplo z kanalizace na přípravu teplé vody v budovách? - TZB-info* [online]. [vid. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/11807-jak-vyuzit-teplo-z-kanalizace-na-pripravu-teple-vody-v-budovach>
- [23] *Využití energie z odpadních vod : ASIO, spol. s r.o.* [online]. [vid. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/139.vyuziti-energie-z-odpadnich-vod>
- [24] *Sprchový výměník NELA / SAKAL* [online]. [vid. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://sakal-ovt.cz/produkty/sprchovy-vymenik-nela/>
- [25] *Využití tepelné energie z kanalizačních systémů / Zdravotní technika | Tzb | www.asb-portal.cz* [online]. [vid. 2017-03-02]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/tzb/zdravotni-technika/vyuziti-tepelne-energie-zkanalizacnich-systemu>
- [26] *HUBER řešení pro rekuperaci tepla z odpadních vod - Huber Czech Republic* [online]. [vid. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.huber.cz/cz/reseni/teplo-z-kanalizace.html>
- [27] *Snížení energetické náročnosti ČOV | ASIO.cz* [online]. [vid. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/energie-odpadnich-vod-z-cov>
- [28] *Layout normal - pro_heat_recovery_cz.pdf* [online]. [vid. 2017-03-16]. Dostupné z: http://www.huber.cz/fileadmin/huber-cs/PDF/pro_heat_recovery_cz.pdf

- [29] *Microsoft Word - MMSD_Sewer_Heat_Recovery_Technical_Memo_12_16_13.docx - Sewer Heat Recovery.pdf* [online]. [vid. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.mmsd.com/-/media/MMSD/Documents/Sustainability/Sewer%20Heat%20Recovery.pdf>
- [30] *PKS -Thermpipe[®] - GeoCore s.r.o* [online]. [vid. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.geocore.cz/zakladni-zpusoby-ziskavani-energie/pks-thermpipe.html>
- [31] *Heat exchangers solutions - KASAG Swiss AG* [online]. [vid. 2017-03-30]. Dostupné z: <https://www.kasag.com/en/product/renewable-energies-systems-plants-heat-exchanger-energy-utilisation-in-sewage-treatment-plants-and-from-surface-waters-product-heat-exchanger-for-heating-and-cooling/>
- [32] *Folie 1 - EN_Double_pipe_heat_exchanger_DOUBLE_Standard.pdf* [online]. [vid. 2017-03-30]. Dostupné z: https://kasag.com/fileadmin/user_upload/Erneuerbare%20Energien/3.0/EN_Double_pipe_heat_exchanger_DOUBLE_Standard.pdf
- [33] *What is double pipe heat exchanger? - Quora* [online]. [vid. 2017-03-30]. Dostupné z: <https://www.quora.com/What-is-double-pipe-heat-exchanger>
- [34] *Layout normal - pro_rowin_cz.pdf* [online]. [vid. 2017-03-30]. Dostupné z: http://www.huberics.cz/fileadmin/huber-cs/PDF/pro_rowin_cz.pdf
- [35] *Systems Concept HUBER ThermWin[®] - Huber Czech Republic* [online]. [vid. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://www.huberics.cz/cz/reseni/teplo-z-kanalizace/kanalizace-zdroj-energie/systems-concept-huber-thermwinr.html>
- [36] *Energie a voda aneb využití odpadního tepla z vodohospodářských i jiných procesů : ASIO, spol. s r.o.* [online]. [vid. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/222.energie-a-voda-aneb-vyuziti-odpadniho-tepla-z-vodohospodarskych-i-jinych-procesu>
- [37] *Trigenerace* [online]. [vid. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://kogenerace.tedom.com/trigeneracni-jednotky.html>
- [38] *Absorbční chladiče - princip chlazení - GB ENERGY HOLDING s.r.o.* [online]. [vid. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://www.gbenergy.eu/gb/chlazení-princip.html>
- [39] *99_8062.pdf* [online]. [vid. 2017-02-22]. Dostupné z: http://www.mpo-efekt.cz/dokument/99_8062.pdf
- [40] *COR-2000 NW 24 vzduchová dveřní clona s vodním ohř. - ELEKTRODESIGN ventilátory spol. s r.o.* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/cor-2000-nw-24-vzduchova-dverni-clona-s-vodnim-ohr>
- [41] *Využití odpadního tepla pro výrobu elektřiny, tepla a chladu* [online]. [vid. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/teplo/vyuziti-odpadniho-tepla-pro-vyrobu-elektriny-tepla-a-chladu/>

- [42] *NELA_CZ-prospekt.pdf* [online]. [vid. 2017-10-20]. Dostupné z: http://sakal-ovt.cz/web/wp-content/uploads/2015/12/NELA_CZ-prospekt.pdf
- [43] *Přehled cen zemního plynu - TZB-info* [online]. [vid. 2017-10-24]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie/13-prehled-cen-zemniho-plynu>
- [44] *tipex-katalog_list-txe-wp1v-cz.pdf* [online]. [vid. 2017-12-16]. Dostupné z: http://www.thermotip.com/produkty/data/tipex-katalog_list-txe-wp1v-cz.pdf
- [45] *1_Optiheat_All-in-one_Sole_Wasser_DE.pdf* [online]. [vid. 2017-12-28]. Dostupné z: http://www.cta.ch/file/file/Downloadbere-ich/DE/Waerme/Technische%20Daten/Sole%20Wasser/1_Optiheat_All-in-one_Sole_Wasser_DE.pdf
- [46] *Přehled cen elektrické energie - TZB-info* [online]. [vid. 2017-12-28]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie/14-prehled-cen-elektricke-energie#d26>
- [47] *RADIK HYGIENE VK - KORADO, a.s. - KORADO, a.s.* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/radik/radik-hygiene-vk.html>
- [48] *8-stupnovy-vlozeny-ventil-pro-deskova-otopna-telesa-v-provedeni-ventil-kompakt.pdf* [online]. [vid. 2016-05-16]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/common/downloads/8-stupnovy-vlozeny-ventil-pro-deskova-otopna-telesa-v-provedeni-ventil-kompakt.pdf>
- [49] *Připojovací šroubení pro otopná tělesa typu Ventil Kompakt - Termostatické radiátorové ventily - Přehled produktů - Hydronic Systems* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://www.hydronic.cz/rubriky/prehled-produktu/termostaticky-program/pripojovaci-sroubeni-pro-otopna-telesa-typu-ventil-kompakt/>
- [50] *Termostatická hlavice kapalinová IVAR.T 5000 : IVAR CS* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://www.ivarcs.cz/cz/termostaticka-kapalinova-hlavice-ivar-t-5000-ivar-t-3000-ivar-td-3000>
- [51] *KORALUX LINEAR MAX - KORADO, a.s. - KORADO, a.s.* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/koralux/koralux-linear-max.html>
- [52] *KORALUX LINEAR COMFORT - M - KORADO, a.s. - KORADO, a.s.* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/koralux/koralux-linear-comfort-m.html>
- [53] *pripojovaci-armatura-hm-1425561282.pdf* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/common/downloads/pripojovaci-armatura-hm-1425561282.pdf>
- [54] *KORALINE LK - KORADO, a.s. - KORADO, a.s.* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/konvektory/koraline-lk.html>

- [55] *konvektory-kompletni-sortiment.pdf* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/common/downloads/konvektory-kompletni-sortiment.pdf>
- [56] *Třícestné směšovací ventily / Bola* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/tricestne-smesovaci-ventily>
- [57] *Ruční vyvažovací ventil D9505 - Vyvažovací a kombinované ventily, clony - Přehled produktů - Hydronic Systems* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://www.hydronic.cz/rubriky/prehled-produktu/vy vazovaci-a-kombinovane-ventily--clony/rucni-vy vazovaci-ventil-d9505/>
- [58] *Rychlé dimenzování* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?pumpsyste-mid=313908033&time=1514567190099&qcid=228568718>
- [59] *Kombinovaný 2-cestný regulační ventil D9525 - Vyvažovací a kombinované ventily, clony - Přehled produktů - Hydronic Systems* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://www.hydronic.cz/rubriky/prehled-produktu/vy vazovaci-a-kombinovane-ventily-clony/kombinovany-2-cestny-regulacni-ventil-d9525/>
- [60] *Využití energie šedých vod / ASIO.cz* [online]. [vid. 2017-02-27]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/energie-sedych-vod>
- [61] *KAIFLEX EF – trubice / AZ FLEX, a.s.* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://www.azflex.cz/kaiflex-ef-trubice/>
- [62] *pipo-als.pdf* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://ke-stazeni.rockwool.cz/media/549201/pipo-als.pdf>
- [63] *medene_trubky_a_tvarovky_2014.pdf* [online]. [vid. 2017-12-29]. Dostupné z: https://medenerozvody.cz/sites/default/files/publication_files/medene_trubky_a_tvarovky_2014.pdf
- [64] *VICTRIX 75 / pouze topné / nástěnné - turbo / kondenzační kotle / Immergas plynové kotle / Vips Gas* [online]. [vid. 2017-12-22]. Dostupné z: <http://www.vipsgas.cz/immergas-plynove-kotle/kondenzacni-kotle/nastenne-turbo/pouze-topne/169-victrix-75>
- [65] *Odkouření kondenzační Brilon 410420 - neutralizační box NEUTRA N-70 pro kotle do 500 kW* [online]. [vid. 2018-01-08]. Dostupné z: <http://www.vodateplo.cz/odkoureni-kondenzacni-brilon-410420---neutralizacni-box-neutra-n-70-pro-kotle-do-500-kw>
- [66] *Ekowatt* [online]. [vid. 2017-04-06]. Dostupné z: <https://ekowatt.cz/uspory/kogenerace.shtml>
- [67] *Zpětné využívání odpadních vod v domech pro bydlení - TZB-info* [online]. [vid. 2017-02-27]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/11202-zpetne-vyuzivani-odpadnich-vod-v-domech-pro-bydleni>

- [68] *Nástěnný axiální ventilátor Vents OVK 2E 200* [online]. [vid. 2017-12-22]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-prodej.cz/ventilatory/ventilatory/nastenne-ventilatory/axialni-nastenne-ventilatory/axialni-ventilator-vents-ovk/produkt/nastenny-axialni-ventilator-vents-ovk-2e-200>
- [69] *Schiedel ICS - třívrstvý nerezový komínový systém, fasádní komín* › *Schiedel CZ* [online]. [vid. 2017-12-22]. Dostupné z: <https://www.schiedel.com/cz/produkty/nerezove-kominove-systemy/ics/>
- [70] *Úvod do mikrokogenerace - CNE Czech Nature Energy, a. s.* [online]. [vid. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/mikrokogenerace/uvod-do-mikrokogenerace/>
- [71] *Expanzní nádoby 'Reflex NG a N' : Reflex* [online]. [vid. 2017-12-21]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/expanzni-nadoby-reflex-ng-a-n>
- [72] *Expanzní nádoby „Refix DD“ + 'Flowjet' : Reflex* [online]. [vid. 2017-12-21]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/expanzni-nadoby-refix-dd-flowjet>
- [73] *ETL_407_2012 01.pdf* [online]. [vid. 2017-12-20]. Dostupné z: http://www.etl.cz/pri-lohy/ETL_407_2012%2001.pdf
- [74] *ETL_511_2012 01.pdf* [online]. [vid. 2017-12-17]. Dostupné z: http://www.etl.cz/pri-lohy/ETL_511_2012%2001.pdf
- [75] *Doplňovací a odplyňovací zařízení, systémy a automaty : Reflex* [online]. [vid. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/doplnovaci-a-odplynovaci-zarizeni>
- [76] *Sprchový výměník NELA / SAKAL* [online]. [vid. 2017-10-27]. Dostupné z: <http://sakal-ovt.cz/produkty/sprchovy-vymenik-nela/>
- [77] *Kompaktní kondenzační kotel QUANTUM Q7K-24-18-COMBI-HRE, Q7K-28-24 COMBI-HRE, Q7K-36-30 COMBI-HRE, Q7K-36-48 COMBI HRE* | *Quantumas.cz* [online]. [vid. 2017-11-10]. Dostupné z: <http://www.quantumas.cz/q7k-combi-hre/>
- [78] *d_62_id-475.pdf* [online]. [vid. 2017-10-26]. Dostupné z: https://www.upc.edu/sct/en/documents_equipament/d_62_id-475.pdf
- [79] *FVA645_cz.pdf* [online]. [vid. 2017-10-26]. Dostupné z: https://www.ahlborn.cz/out/pictures/wysiwigpro/FVA645_cz.pdf
- [80] *Ceník | Elektřina | Skupina ČEZ* [online]. [vid. 2017-10-24]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/elektrina/elektrina-na-2-roky/cenik.html>
- [81] *EkoWATT :: Informace :: Kombinovaná výroba elektřiny a tepla* [online]. [vid. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://ekowatt.cz/cz/informace/kombinovana-vyroba-elektriny-a-tepla>

[82] MEIBES s.r.o. / Membránové pojistné ventily pro vytápění [online]. [vid. 2018-01-02]. Dostupné z: <http://www.meibes.cz/ventily-pojistne-a-smesovaci/pojistne-ventily-pro-systemy-vytapeni-a-tv-zavitove/membranove-pojistne-ventily-pro-vytapeni>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Označení	Popis
TV	teplá voda
CV	cirkulační teplé voda
RV	rekuperační výměník
VZT	vzduchotechnika
ČSN	Státní technická norma ČR
ZZT	zpětné získávání tepla
R+S	kombinovaný rozdělovač a sběrač
HDVT	hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků
MaR	Měření a regulace
ZTI	zdravotechnické instalace
TOV	použitá sprchovací voda
SV	studená voda
SP	sprchovací voda
KV	odpadní voda odváděna do kanalizace
OV	ochlazená sprchovací voda
p	předeřhřata studená voda
č	čerpadlo
PV	pojistný ventil
KK	kulový kohout
VK	vypouštěcí kohout
T	teploměr
M	manometr
ZK	zpětná klapka
F	filtr
EN	expanzní nádoba

SEZNAM OBRÁZKU A TABULEK

Obrázky

A- ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

Obrázek 3.1 Ilustrační příklad energetické přínosu kogeneračního systému [20]	17
Obrázek 3.2 Základní schéma parní kogenerační jednotky: a) protitlaká turbína, b) kondenzační turbína [20]	18
Obrázek 3.3 Schéma plynové kogenerace se spalovací turbínou [39].....	19
Obrázek 3.4 Schéma kogenerační jednotky se spalovacím motorem [39].....	19
Obrázek 3.5 Schéma kombinované výroby elektřiny a tepla s palivovým článkem na zemní plyn [66]	20
Obrázek 4.1 Zjednodušený princip fungování oběhu absorpčních tepelných čerpadel [41]...	21
Obrázek 4.2 Zjednodušený princip fungování absorpčního chlazení [38]	22
Obrázek 5.1 Zjednodušené schéma způsobu fungování trigenerace [37]	23

Obrázek 6.1 T-s diagram a schéma ORC cyklu [5]	23
Obrázek 7.1 Princip tepelného čerpadla [2]	25
Obrázek 7.2 Zjednodušené schéma zapojení sprchového výměníku předeřívající studenou vodu pro okamžitou spotřebu [60]	27
Obrázek 7.3 Schéma zapojení systému rekuperace odpadní vody v objektu s akumulací odpaní vody v zásobníku s integrovaným tepelným výměníkem [22].....	28
Obrázek 7.4 Rekuperace tepla z naakumulované odpadní vody v kombinaci s čištěním šedých vod [17]	29
Obrázek 7.5 Sprchový výměník s plastovou skříní a nerezovým výměníkem tepla [24]	29
Obrázek 7.6 Konstrukce sprchové vaničky s integrovaným tepelným výměníkem pro získávání tepla z odpadní vody [22]	30
Obrázek 7.7 Schéma možného zapojení rekuperace tepla z odpadní vody pomocí tepelného výměníku do odpadního potrubí [22]	31
Obrázek 7.8 Příklad možného uspořádání akumulační nádrže odpadních vod s integrovaným tepelným výměníkem [22].....	31
Obrázek 7.9 Princip získávání tepla z odpadní vody ve stoce pomocí tepelného čerpadla [25].....	33
Obrázek 7.10 Příklad uložení ocelového výměníku ve spodní části stokové sítě [18]	34
Obrázek 7.11 Řez kanalizačním potrubím s ocelovým výměníkem tepla [18]	34
Obrázek 7.12 Soustava trubních rozvodů tepelného výměníku zapojená dle Tichelmana [18].....	34
Obrázek 7.13 Tepelný výměník HUBER TubeWin [28]	35
Obrázek 7.14 Kanalizační betonové potrubí se zabudovaným ocelovým tepelným výměníkem od firmy Kasag Swiss AG – pohled, řez, výkony [29], [18].....	35
Obrázek 7.15 Předizolované kanalizační potrubí: a) pro gravitační kanalizace, b) pro tlakovou kanalizaci [18]	36
Obrázek 7.16 Systém PKS – THERMPIPE [29],[30]	37
Obrázek 7.17 Ocelový dvoutrubkový tepelný výměník pro získávání tepla z odpadní vody [31].....	38
Obrázek 7.18 Schéma možností zapojení a využití dvoutrubkového ocelového výměníku [18].....	38
Obrázek 7.19 vnitřní trubka opatřena podélnými žebry dvoutrubkového tepelného výměníku [33].....	38
Obrázek 7.20 Systém HUBER ThermWin s tepelným výměníkem HUBER RoWin [35].....	39
B- APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ - KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	
Obrázek 1.1 Schéma dispozičního členění zájmového objektu polikliniky	42
Obrázek 1.2 Vizualizace polikliniky po stavebních úpravách.....	43
Obrázek 3.1 Technické parametry navržené dveřní vzduchové clony – 1 [40]	68
Obrázek 3.2 Technické parametry navržené dveřní vzduchové clony – 2 [40]	68
Obrázek 3.3 Potřebný tepelný výkon pro navrženou dveřní vzduchovou clonu	69
Obrázek 3.4 Procentuální předpokládané časové rozložení odběru teplé vody za den	76
Obrázek 3.5 Funkční schéma navrženého řešení – příprava TV – varianta 1	78

Obrázek 3.6 Technický list ohřívače teplé vody Pipex TWE – 800 – WP1W [44]	82
Obrázek 3.7 Rekuperační sprchový výměník NELA [42]	83
Obrázek 3.8 Funkční schéma navrženého řešení – příprava TV – varianta 2	83
Obrázek 3.9 Rozměry navrženého tepelného čerpadla [45]	84
Obrázek 3.10 Závislost výkonu tepelného čerpadla na průtoku a teplotě ohřáté vody na primární straně a požadované vystupující teplotě topné vody z tepelného čerpadla [45]	85
Obrázek 3.11 Stanovení minimálního výkonu tepelného čerpadla pro ohřev teplé vody [45]	85
Obrázek 3.12 Stanovení maximálního výkonu tepelného čerpadla pro ohřev teplé vody [45]	86
Obrázek 4.1 Technické parametry otopných těles RADIK HYGIENE VK [47]	97
Obrázek 4.2 Přehled typů otopných těles RADIK HYGIENE VK [47]	97
Obrázek 4.3 8-mi stupňový ventil Radik VENTIL KOMPAKT [48]	98
Obrázek 4.4 Diagram pro určení tlakové ztráty a kv hodnoty pro různé stupně přednastavení Radik VENTIL KOMPAKT [48]	98
Obrázek 4.5 Technické parametry navržené přípojovací armatury [49]	99
Obrázek 4.6 Technické parametry termostatické hlavice IVAR.T 5000 [50]	99
Obrázek 4.7 Technické parametry RADIK KORALUX LINEAR MAX-M [51]	100
Obrázek 4.8 Technické parametry RADIK KORALUX LINEAR COMFORT-M [52]	100
Obrázek 4.9 Rozměry navržené přípojovací armatury HM [53]	101
Obrázek 4.10 Technické parametry armatury HM [53]	101
Obrázek 4.11 Technické údaje – termostatické hlavice [53]	102
Obrázek 4.12 Technické parametry KORADO Koroline LK Exklusive [54]	102
Obrázek 4.13 Technické parametry přípojovací sady navržených konvektorů [55]	102
Obrázek 5.1 Pracovní schéma pro dimenzování – 1. větev	108
Obrázek 5.2 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla a technická specifikace	110
Obrázek 5.3 Pracovní schéma pro dimenzování – 2. větev	124
Obrázek 5.4 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla a technická specifikace	126
Obrázek 5.5 Pracovní schéma pro dimenzování – 3. větev	138
Obrázek 5.6 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla a technická specifikace	139
Obrázek 5.7 Pracovní schéma pro dimenzování – 4. větev	146
Obrázek 5.8 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla a technická specifikace	147
Obrázek 5.9 Pracovní schéma pro dimenzování – 5. větev	149
Obrázek 5.10 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla a technická specifikace	150
Obrázek 5.11 Technické parametry navržené armatury D9525 [59]	151
Obrázek 5.12 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla a technická specifikace	153
Obrázek 5.13 Základní technické údaje izolace Kaiflex EF [61]	154
Obrázek 5.14 Technický list navržené tepelné izolace PIPO ALS [62]	155
Obrázek 5.15 Řešení teplotní roztažnosti potrubí [63]	156
Obrázek 6.1 Rozměry navržených plynových kondenzačních kotlů [64]	158
Obrázek 6.2 Skladba navržených plynových kondenzačních kotlů [64]	158
Obrázek 6.3 Hydraulická propojovací sada kotlů [64]	158

Obrázek 6.4 Zabezpečovací sada ISPEL [64]	159
Obrázek 6.5 neutralizační box Brilon Neutra N 70 [65]	159
Obrázek 6.6 Tabulka výsledků návrhu větracích otvorů	162
Obrázek 6.7 Navržený nástěnný axiální ventilátor [68]	165
Obrázek 6.8 Navržený třívrstvý nerezový komínový systém [69]	165
Obrázek 6.9 Odvod spalin od zdrojů tepla [64]	166
Obrázek 7.1 Specifikace navržené expanzní nádoby [71]	170
Obrázek 7.2 Specifikace navržené expanzní nádoba na přívodu studené vody [72]	170
Obrázek 8.1 Základní rozměry navrženého kombinovaného rozdělovače a sběrače	171
Obrázek 8.2 Rozměry navrženého HDVT [74]	172
Obrázek 8.3 Specifikace navrženého doplňovacího zařízení [75]	173
Obrázek 8.4 Specifikace navrženého programovatelného digitálního vodoměru [75]	173
Obrázek 8.5 Specifikace změkčovací armatury pro doplňovací systémy [75]	173
C- EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ	
Obrázek 1.1 Zjednodušené schéma experimentálního modelu	192
Obrázek 2.1 Fotografie experimentálního modelu	196
Obrázek 2.2 Pohled na rekuperační výměník NELA [76]	196
Obrázek 2.3 2. zdroj tepla – plynový kondenzační kotel umístěný v laboratoři	197
Obrázek 2.4 Měřicí ústředna Almemo 3290 [78]	199
Obrázek 2.5 Snímač průtoku kapalin a termočlávkové dráty [79]	199
Obrázek 3.1 Graf závislosti účinnosti výměníku na průtoku a teplotě sprchovací vody	221
Obrázek 3.2 Graf závislosti účinnosti výměníku na průtoku a teplotě sprchovací vody srovnání laboratorních – porovnání pro odlišnou teplotu teplé vody	222
Obrázek 3.3 Graf závislosti účinnosti výměníku na průtoku a teplotě použité sprchovací vody TOV srovnání laboratorních a reálných podmínek – 1. zdroj tepla	223
Obrázek 3.4 Graf závislosti poměrné úspory tepla na průtoku a teplotě sprchovací vody laboratorní podmínky – 1. zdroj tepla	224
Obrázek 3.5 Graf porovnání účinnosti a poměrné úspory tepla v závislosti na průtoku při zvolené teplotě sprchovací vody – laboratorní podmínky	225
Obrázek 3.6 Graf závislosti poměrné úspory tepla na průtoku a teplotě sprchovací vody porovnání laboratorních a reálných podmínek	225
Obrázek 3.7 Graf poměrná úspora tepla v závislosti na účinnosti sprchového výměníku a teplotě sprchovací vody – laboratorní podmínky – 1. zdroj tepla	226
Obrázek 3.8 Graf poměrná úspora tepla v závislosti na účinnosti sprchového výměníku a teplotě teplé vody laboratorní podmínky – porovnání pro odlišnou teplotu teplé vody	227
Obrázek 3.9 Graf návratnost sprchového výměníku v závislosti na jeho procentuálním denním využití	232

Tabulky

A- ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

Tabulka 7.1 Výkony předizolovaného kanalizačního potrubí – systém od firmy Kasag Swiss AG [29], [18]	36
Tabulka 7.2 Výkony systému PKS – THERMPIPE [29]	37
Tabulka 7.3 Tepelné výkony dvoutrubkového ocelového výměníku systém Kasag double pipe [32]	38

B- APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ - KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Tabulka 2.1 Výpočet součinitele prostupu tepla 1	46
Tabulka 2.2 Výpočet součinitele prostupu tepla 2	47
Tabulka 2.3 Výpočet součinitele prostupu tepla 3	48
Tabulka 2.4 Výpočet součinitele prostupu tepla 4	49
Tabulka 2.5 Výpočet součinitele prostupu tepla 5	50
Tabulka 2.6 Výpočet součinitele prostupu tepla 6	51
Tabulka 2.7 Přehled součinitele prostupu tepla obálky budovy a vnitřní konstrukce	52
Tabulka 2.8 Vyhodnocení a posouzení průměrného součinitele prostupu tepla	53
Tabulka 3.1 Celkové tepelné ztráty budovy	57
Tabulka 3.2 Podrobný výpočet tepelné ztráty pro místnost 1P12	58
Tabulka 3.3 Podrobný výpočet tepelné ztráty pro místnost 1N06	58
Tabulka 3.4 Podrobný výpočet tepelné ztráty pro místnost 4N04	59
Tabulka 3.5 Tepelné ztráty jednotlivých místností 1	60
Tabulka 3.6 Tepelné ztráty jednotlivých místností 2	61
Tabulka 3.7 Tepelné ztráty jednotlivých místností 3	62
Tabulka 3.8 Tepelné ztráty jednotlivých místností 4	63
Tabulka 3.9 Tepelné ztráty jednotlivých místností 5	64
Tabulka 3.10 Tepelný výkon pro vzduchotechniku – 1	66
Tabulka 3.11 Tepelný výkon pro vzduchotechniku – 2	67
Tabulka 3.12 Potřeba teplé vody – 1.PP	71
Tabulka 3.13 Potřeba teplé vody – 1.NP	72
Tabulka 3.14 Potřeba teplé vody – 2.NP	73
Tabulka 3.15 Potřeba teplé vody – 3.NP	74
Tabulka 3.16 Potřeba teplé vody – 4.NP	75
Tabulka 3.17 Vstupní veličiny pro návrh přípravy teplé vody a výsledky potřeby tepla na ohřev teplé vody	77
Tabulka 3.18 Celkové procentuální předpokládané časové rozložení odběru TV za den	77
Tabulka 3.19 Vstupní údaje pro ekonomické vyhodnocení 1. varianty přípravy teplé vody ..	78
Tabulka 3.20 Porovnání potřeby teplé vody – blok místností rehabilitace 1. PP – 100 % využití	79

Tabulka 3.21 Porovnání potřeby teplé vody – blok místností rehabilitace 1. PP – 80 %	
využití	79
Tabulka 3.22 Návratnost navrženého řešení – varianta 1.	80
Tabulka 3.23 Výsledky požadovaných parametrů pro návrh zásobníkového ohřívače	81
Tabulka 3.24 Orientační průběhy teplot v akumulární jímce a získaný tepelný výkon 1	88
Tabulka 3.25 Orientační průběhy teplot v akumulární jímce a získaný tepelný výkon 2	89
Tabulka 3.26 Orientační průběhy teplot v akumulární jímce a získaný tepelný výkon 3	90
Tabulka 3.27 Orientační průběhy teplot v akumulární jímce a získaný tepelný výkon 4	91
Tabulka 3.28 Orientační průběhy teplot v akumulární jímce a získaný tepelný výkon 5	92
Tabulka 3.29 Orientační průběhy teplot v akumulární jímce a získaný tepelný výkon 6	93
Tabulka 3.30 Orientační průběhy teplot v akumulární jímce a získaný tepelný výkon 7	94
Tabulka 3.31 Návratnost navrženého řešení – varianta 2.	95
Tabulka 4.1 Přehled tepelných výkonů otopných těles RADIK HYGIENE VK [47]	98
Tabulka 4.2 Tepelné výkony RADIK KORALUX LINEAR MAX-M ($\Delta T = 50$; $(t_1/t_2/t_i =$ při 75/65/20 °C) [51]	100
Tabulka 4.3 Tepelné výkony RADIK KORALUX LINEAR COMFORT-M ($\Delta T = 50$; $(t_1/t_2/t_i =$ při 75/65/20 °C) [52]	101
Tabulka 4.4 Tepelné výkony KORADO Koralline LK Exklusive [54]	102
Tabulka 4.5 Návrh rozměrů otopných těles 1.PP	103
Tabulka 4.6 Návrh rozměrů otopných těles 1.NP	104
Tabulka 4.7 Návrh rozměrů otopných těles 2.NP	105
Tabulka 4.8 Návrh rozměrů otopných těles 3.NP	106
Tabulka 4.9 Návrh rozměrů otopných těles 4.NP	107
Tabulka 5.1 Dimenzování základního okruhu – 1. Větev	109
Tabulka 5.2 Technické parametry navrženého směšovacího ventilu [56]	109
Tabulka 5.3 Tabulka kv hodnot pro různá přednastavení vyvažovacího ventilu D9505 [57]	110
Tabulka 5.4 Dimenzování vedlejších úseků – 1. Větev	123
Tabulka 5.5 Dimenzování základního okruhu – 2. Větev	125
Tabulka 5.6 Dimenzování vedlejších úseků – 2. Větev	137
Tabulka 5.7 Dimenzování základního okruhu – 3. Větev	139
Tabulka 5.8 Dimenzování vedlejších úseků – 3. Větev	145
Tabulka 5.9 Dimenzování základního okruhu – 4. Větev	146
Tabulka 5.10 Dimenzování vedlejších úseků – 4. Větev	149
Tabulka 5.11 Dimenzování základního okruhu – 5. Větev	150
Tabulka 5.12 Dimenzování potrubních úseků – 5. Větev	151
Tabulka 5.13 Dimenzování potrubních úseků, návrh regulačních armatur – 5. Větev	152
Tabulka 5.14 Dimenzování okruhu k zásobníku teplé vody – 6. Větev	152
Tabulka 5.15 Dimenzování okruhu k zásobníku teplé vody – 7. Větev	153
Tabulka 5.16 Návrh tepelné izolace potrubí	154
Tabulka 5.17 Směrné hodnoty pro vzdálenosti připevnění (úchytek) měděných trubek vedoucích vodu [63]	155
Tabulka 6.1 Technická specifikace navržených plynových kondenzačních kotlů [64]	157
Tabulka 6.2 Tabulka vstupních údajů pro návrh větrání kotelny	160

Tabulka 6.3 Tabulka výsledků potřebných průtoků vzduchu.....	161
Tabulka 6.4 Tabulka výsledků potřebné výměny vzduchu v technické místnosti.....	162
Tabulka 6.5 Navržené protidešťové žaluzie [44].....	163
Tabulka 6.6 Tabulka výsledků tepelné bilance technické místnosti.....	164
Tabulka 7.1 Přehled prvků v otopné soustavě pro návrh zabezpečovacích zařízení	166
Tabulka 7.2 Návrh pojistného ventilu na expanzním potrubí.....	168
Tabulka 7.3 Stanovení jmenovitého průměru pojistného ventilu na přívodu studené vody k ohřívači [8]	168
Tabulka 7.4 Technické údaje navržených pojistných ventilů [82].....	169
Tabulka 7.5 Návrh expanzní nádoby	169
Tabulka 8.1 Základní údaje o navrženém kombinovaném rozdělovači a sběrači [73].....	171
Tabulka 10.1 Tabulka směrných hodnot pro vzdálenosti připevnění (úchytek) měděných trubek vedoucích vodu.....	183
Tabulka 10.2 Tabulka tloušťky izolací potrubí	184

C- EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Tabulka 2.1 Technické parametry rekuperačního výměníku NELA [42]	197
Tabulka 2.2 Tabulka základních technických vlastností 2. zdroje tepla [77]	198
Tabulka 2.3 Příklad chybně naměřených dat – nesplnění podmínky č. 1.....	201
Tabulka 2.4 Příklad chybně naměřených dat – nesplnění podmínky č. 2.....	201
Tabulka 2.5 Příklad chybně naměřených dat – nesplnění podmínky č. 3.....	202
Tabulka 2.6 Příklad chybně naměřených dat – nesplnění podmínky č. 4.....	202
Tabulka 3.1 Naměřená a zpracovaná data 1, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla	203
Tabulka 3.2 Naměřená a zpracovaná data 2, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla	204
Tabulka 3.3 Naměřená a zpracovaná data 3, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla	205
Tabulka 3.4 Naměřená a zpracovaná data 4, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla	206
Tabulka 3.5 Naměřená a zpracovaná data 5, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla	207
Tabulka 3.6 Naměřená a zpracovaná data 6, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla	208
Tabulka 3.7 Naměřená a zpracovaná data 7, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla	209
Tabulka 3.8 Naměřená a zpracovaná data 8, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla	210
Tabulka 3.9 Naměřená a zpracovaná data 9, laboratorní podmínky, 1. zdroj tepla	211
Tabulka 3.10 Naměřená a zpracovaná data 10, laboratorní podmínky, 2. zdroj tepla	212
Tabulka 3.11 Naměřená a zpracovaná data 11, laboratorní podmínky, 2. zdroj tepla	213
Tabulka 3.12 Naměřená a zpracovaná data 12, laboratorní podmínky, 2. zdroj tepla	214
Tabulka 3.13 Naměřená a zpracovaná data 13, laboratorní podmínky, 2. zdroj tepla	215
Tabulka 3.14 Naměřená a zpracovaná data 14, laboratorní podmínky, 2. zdroj tepla	216
Tabulka 3.15 Naměřená a zpracovaná data 15, laboratorní podmínky, 2. zdroj tepla	217
Tabulka 3.16 Naměřená a zpracovaná data 16, reálné podmínky, 1. zdroj tepla	218
Tabulka 3.17 Naměřená a zpracovaná data 17, reálné podmínky, 1. zdroj tepla	219
Tabulka 3.18 Naměřená a zpracovaná data 18, reálné podmínky, 1. zdroj tepla	220
Tabulka 3.19 Vstupní okrajové podmínky pro návratnost sprchového výměníku v rodinném domě	228
Tabulka 3.20 Návratnost sprchového výměníku v rodinném domě.....	228

Tabulka 3.21 Vstupní okrajové podmínky pro návratnost sprchového výměníku v tréninkovém centru	229
Tabulka 3.22 Návratnost sprchového výměníku v tréninkovém centru	229
Tabulka 3.23 Výpočet návratnosti dle procentuální denní doby využití – 1. zdroj tepla	230
Tabulka 3.24 Výpočet návratnosti dle procentuální denní doby využití – 2. zdroj tepla	231

SEZNAM PŘÍLOH

D.4.4.01_A	PŮDORYS 1.PP
D.4.4.01_B	PŮDORYS 1.PP - VARIANTNÍ ŘEŠENÍ
D.4.4.02	PŮDORYS 1.NP
D.4.4.03	PŮDORYS 2.NP
D.4.4.04	PŮDORYS 3.NP
D.4.4.05	PŮDORYS 4.NP
D.4.4.06	PŮDORYS 5.NP
D.4.4.07	PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI
D.4.4.08_A	SCHÉMA ZAPOJENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI
D.4.4.08_B	SCHÉMA ZAPOJENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI - VARIANTNÍ ŘEŠENÍ